

BACHELORARBEIT

Frank Schlotterbeck

Produktionstechnische Voraussetzungen für die Implementierung
des 3D-Workflows der Panasonic AG-3DA1 in das bestehende
System der Media & Communication Systems GmbH Sachsen

Production-related requirements for the implementation of the 3D-
Workflow of the Panasonic AG-3DA1 in the established system
from the Media & Communication Systems GmbH Sachsen

Hamburg, 15. Juli 2011

Fakultät Medien

BACHELORARBEIT

Produktionstechnische Voraussetzungen für die Implementierung
des 3D-Workflows der Panasonic AG-3DA1 in das bestehende
System der Media & Communication Systems GmbH Sachsen

Autor:

Frank Schlotterbeck

Studiengang:

Medientechnik

Seminargruppe:

MT07w1-B

Erstprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Rainer Zschockelt

Zweitprüfer:

Sven Joost, Master of Science

Hamburg, den 15.07.2011

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Gegenstand der Arbeit	1
1.2	Zielsetzung der Arbeit	2
2	Stereo-3D – Grundlagen	3
2.1	Die räumliche Wahrnehmung	3
2.1.1	Monokulares Sehen	3
2.1.2	Binokulares Sehen	5
2.1.3	Konvergenz und Akkomodation.....	8
2.2	Technische Grundlagen der Stereoskopie.....	11
2.2.1	Stereobasis.....	11
2.2.2	Stereofenster.....	13
2.2.3	Parallaxen (Disparität)	14
3	Der Panasonic AG-3DA1	17
3.1	Stereo-3D-Camcorder	17
3.2	Technische Eigenschaften	18
3.3	Bedienung und Funktionen	23
3.3.1	Konvergenzeinstellung und 3D-Guide	25
3.3.2	Fokusassistent	27
4	Die Media & Communication Systems (MCS) GmbH Sachsen.....	28
4.1	Firmenprofil.....	28
4.2	Image-, Industrie- und Werbefilmproduktion	28
4.3	Relevanz der 3D-Stereoskopie für die MCS	29
4.4	Kameratechnik.....	30
4.4.1	Stereo-3D-Rig oder 3D-Camcorder.....	31

4.5	Postproduktionstechnik	32
4.5.1	Die Edit Suite 8.....	33
5	Pre-Produktion mit der Panasonic AG-3DA1	35
5.1	Gestalterische Aspekte	35
5.2	Schärfentiefe	36
5.3	Bedeutung des Wiedergabeformats	37
5.4	Das 3D-Storyboard.....	39
5.5	Verletzung des stereoskopischen Fensters.....	40
5.5.1	Schwebefenster – Floating Window	41
5.6	Technische Planung	44
5.7	Kompatibilität der MCS-Zusatztechnik.....	45
5.8	Fazit Preproduktion	46
6	Produktion mit der Panasonic AG-3DA1	48
6.1	Aufnahmeverfahren	48
6.1.1	Kompaktkameras	48
6.1.2	Side-by-Side	49
6.1.3	Spiegel-Rig	50
6.2	Der Stereograf	50
6.2.1	Kontrollmittel	51
6.3	Kameraausrichtung.....	54
6.3.1	Brennweite	54
6.3.2	Konvergenz und Nullebene.....	55
6.3.3	Stereofaktor	57
6.4	On-Set Recording mit der AG-3DA1	58
6.5	On Set Monitoring mit der AG-3DA1	63
7	Postproduktion.....	66
7.1	Kompatibilität mit S3D.....	66
7.2	Vorbereitung Offline-Schnitt.....	69

7.3	Testaufnahmen mit der Panasonic AG-3DA1	70
7.3.1	Transcodierung von AVCHD mit MetaFuze.....	71
7.3.2	Peripherie für S3D in der Edit Suite 8	74
7.4	Ausrichtung beider Bilder	75
7.4.1	Tiefendramaturgie.....	76
7.4.2	Tiefenanschluss im Schnitt	76
7.4.3	Schnittfrequenz	77
7.4.4	Text, Untertitel und Bauchbinden	77
8	Kontribution und Distribution	79
8.1	3D-Formate.....	79
8.2	Die 3D Blu-Ray	81
9	Zusammenfassung	82
10	Literaturverzeichnis	84

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Fixierung eines Objektes F.....	7
Abbildung 2.2: Korrespondierende Netzhautpunkte	7
Abbildung 2.3: Vereinfachte Darstellung des Horopters.....	8
Abbildung 2.4: Entstehung der Querdiparität.....	8
Abbildung 2.5: Konvergenz und Akkomodation.....	9
Abbildung 2.6: Divergenz.....	10
Abbildung 2.7: Stereobasis.....	12
Abbildung 2.8: fasst die Arten der Parallaxen zusammen.	16
Abbildung 3.1: Seitenansicht der AG-3DA1	18
Abbildung 3.2: Rückseite der AG-3DA1	22
Abbildung 3.3: Blockschaltbild und Signalverarbeitung der AG-3DA1	23
Abbildung 3.4: Seitenansicht AG-3DA1	24
Abbildung 3.5: Waveform- und Vektorskopdarstellung	25
Abbildung 3.6: Beispiel für eine Einstellungsanzeige	27
Abbildung 5.1: Komfortzone der Panasonic AG-3DA1	38
Abbildung 5.2: Beispiel 3D-Storyboard.....	40
Abbildung 5.3: Floating Window – linke Seite nach vorn gezogen ..	42
Abbildung 5.4: Floating Window – beide Seite nach vorn gezogen .	43
Abbildung 5.5: Rahmenverletzung beim Close-Up.....	43
Abbildung 5.6: Rahmenverletzung beim Over-Shoulder	44
Abbildung 6.1: Hilfsmittel am LC-Display der AG-3DA1	52
Abbildung 6.2: Dashwood 3DA1 Calc für das iPhone	53
Abbildung 6.3: Parallele und konvergierte Kamerastellung	56
Abbildung 6.4: Konvergenz in den verschiedenen Einstellungen	57
Abbildung 6.5: Signalverarbeitung mit nanoFlash 3D.....	60
Abbildung 6.6: 3D Live – Signale & Monitoring	64
Abbildung 6.7: Hi5-3D Converter, vereinfachtes Blockschaltbild ...	65

Abbildung 6.8: Konfiguration AJA Hi5-3D	65
Abbildung 7.1: AVID Stereo-3D Workflow.....	70
Abbildung 7.2: Benutzeroberfläche von MetaFuze	72
Abbildung 7.3: Stereo-3D Darstellungsformate als Testbild für das Monitoring	73

1 Einleitung

1.1 Gegenstand der Arbeit

Schon längst gehört Stereo-3D mit zum täglichen Geschäft aller großen Hersteller von Broadcast-, Film-, und Studioteknik. Ein Blick auf die Internetseiten genügt, und schon lässt sich der Button zum 3D-Produkt finden. Aufwändige Kamerasysteme werden in Stereo-Rigs mit komplexer Mess- und Steuertechnik eingebaut. Ü-Wagen Firmen rüsten ihre Technik um. Hersteller für Postproduktionstechnik bieten komplexe Grading und Finishing Systeme an, die den kompletten S3D-Workflow abdecken. Übertragungsstandards werden entwickelt, die Stereo-3D mit hoher Qualität in das Wohnzimmer bringen sollen. Hersteller für Home-Entertainment-Technik bringen Displays mit immer besseren Technologien auf dem Markt. Bei der Beobachtung dieser Entwicklung wird schnell klar: Stereo-3D ist nicht mehr nur ein Trend, der wieder verschwindet. Heutige Kinofilme in S3D sind technisch zum Teil so sauber produziert, dass sie zum Erlebnis werden und Spaß machen, gesehen zu werden. Gedreht werden sie mit digitalen Filmkameras verbaut in S3D-Rigs. Je nach Größe der Produktion wird sogar mit mehreren Rigs zugleich gearbeitet.

Doch geht es auch anders? Um Stereo-3D auch für kleinere Produktionen bezahlbar zu machen und die Qualität dennoch zu halten, drängen immer mehr Hersteller mit Geräten für den „Prosumer-Bereich“ auf den Markt. Es sind kleine Camcorder, die stereoskopische Bilder in Full HD erzeugen können und dabei die gesamteameratechnik, die für S3D benötigt wird, in sich vereinen. So bietet Sony mit der HXR-NX3D1E für rund 4000 Euro einen extrem kleinen Camcorder an, der mit einem Doppellinsensystem zwei duale Full

HD Videostreams aufzeichnen kann. Ähnlich funktioniert die Panasonic AG-3DA1. Die Kamera ist ebenfalls mit einem Doppellinsensystem ausgestattet, das am Kamerabody angebracht ist. Mit diesen Geräten lassen sich schnell und auf relativ einfache Art und Weise stereoskopische Bilder erzeugen?

Für Unternehmen ohne bisherige Erfahrungen im S3D-Bereich, wie die MCS Sachsen, sind diese Systeme eine gute Alternative zu den teuren Rig-Systemen. Die vorliegende Arbeit beschreibt anhand der AG-3DA1 das Grundprinzip von S3D, wie es sich qualitativ gut umsetzen lässt und welche Anforderungen das Kamerasystem an die gesamte Produktionskette bei der MCS Sachsen stellt.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Die vorliegende Arbeit soll zum Verständnis der Darstellungsform „Stereo-3D“ beitragen und erläutern, wie sie funktioniert und wie sie mit der Panasonic AG-3DA1 umgesetzt werden kann. Unter dem Aspekt der Implementierung des Systems in den Workflow der MCS Sachsen wird erklärt, welche Voraussetzungen mitgebracht werden müssen, um S3D zu produzieren. Dies beginnt schon beim Verständnis der räumlichen Wahrnehmung des Menschen und endet mit der Übertragung des stereoskopischen Signals.

So wird zunächst ein Einblick in die Grundlagen der Stereoskopie gegeben. Dies dient dem Grundverständnis und lässt im Verlauf viele Dinge logisch erscheinen. Anschließend wird das Kamerasystem AG-3DA1 von Panasonic analysiert und es wird beschrieben, wie damit gearbeitet werden kann. Später folgt das Firmenprofil der MCS Sachsen mit dem Schwerpunkt auf dem Bereich Medienproduktion. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Drehvorbereitung, der Produktion und der Postproduktion.

2 Stereo-3D – Grundlagen

2.1 Die räumliche Wahrnehmung

Unsere Umwelt ist dreidimensional und der Mensch erlebt sie auch visuell als räumlich. Er ist in der Lage neben der Raumhöhe und -breite auch die Raumtiefe zu erfassen. Das Abbild auf unserer Netzhaut, dem wir die visuellen Informationen unserer Umwelt entnehmen, ist jedoch zweidimensional.¹ Es stellt sich also die Frage, wie die Wahrnehmung der räumlichen Tiefe, also die Fähigkeit Entfernungen und Position von Objekten im Raum zu bestimmen, zu erklären ist.

Der Mensch sieht binokular, also mit zwei Augen. Aufgrund ihres Abstandes zueinander, von Pupille zu Pupille im Durchschnitt 65mm^2 , kommt es zu zwei verschiedenen Ansichten eines vom Gesichtssinn fixierten Objektes.³ Beide Ansichten haben zwei leicht unterschiedliche Perspektiven. Im Gehirn werden diese wieder zu einem Bild verschmolzen, das dann die Raumtiefe abbildet. Die Informationen aus diesem Abbild werden auch als *Tiefenreize* oder *Tiefenhinweise* bezeichnet.⁴

2.1.1 Monokulares Sehen

Es lassen sich aber auch bereits mit einem Auge in der Realität Informationen von Räumlichkeit und Entfernung gewinnen. Monokuläre Tiefeninformationen kommen immer in Kombination vor und ver-

¹ vgl. Kebeck 1997, S. 60

² Dieser Wert variiert selbstverständlich von Mensch zu Mensch, was auch der Grund dafür ist, dass ein stereoskopischer Effekt von einem Betrachter deutlich wahrgenommen werden kann, während ein anderer kaum räumliche Tiefe wahrnimmt. In der Literatur finden sich Werte von 6 bis 6,5 Zentimeter. Vgl. Schandry, Rainer 2006: Biologische Psychologie, S. 269; Goldstein,

³ vgl. Hottong, Lesik 2009, S.15

⁴ Vgl. Goldstein, E. Bruce 2008, Wahrnehmungspsychologie, S. 185 f

langen eine Interpretation des Gesehenen.⁵ Sie finden sich bei allen Arten von zweidimensionalen Bildern. Dabei werden Erfahrungen mit einbezogen, um räumliche Relationen einzuschätzen. Es handelt sich also um erlernte Tiefenhinweise. Diese Informationen, bildbezogenen Tiefenreize, entstehen aus einer statischen Position des Betrachters. Weitere Tiefenreize über räumliche Verhältnisse können jedoch auch durch Eigenbewegung in der Umwelt, die sogenannten bewegungsinduzierten Tiefenreize, entstehen.⁶

Bildbezogene monokulare Tiefenreize

Bildbezogene Tiefenreize liefern in einem zweidimensionalen Bild Informationen über räumliche Tiefe. In der Realität kommen sie immer in Kombination vor. Viele dieser Reize erscheinen uns offensichtlich und beruhen auf menschlichen Erfahrungen. Deswegen ist es bei stereoskopischen Produktionen immer von Vorteil, sie zu kennen und gegebenenfalls gestalterisch einzusetzen.⁷

Relative Höhe

Objekte, deren tiefster Punkt im Gesichtsfeld höher liegt, werden als weiter entfernt gesehen.

Relative Größe

Erzeugt von zwei gleich großen Objekten eines ein kleineres Abbild auf der Retina, so muss dieses weiter entfernt sein.

Verdeckung

Wird ein Objekt von einem anderen verdeckt, lässt sich unmittelbar erschließen, welches dem Betrachter näher gelegen ist. Er kann die Tiefeninformation über „Davor“ oder „Dahinter“ ableiten.

⁵ Vgl. Mendiburu 2009, S.11

⁶ vgl. Kebeck 1997, S. 66

⁷ Wimmer 2004, S.14 ff

Lineare Perspektive

Konvergenz (lat. Convergere: sich hinneigen) bedeutet allgemein Annäherung und beschreibt im perspektivischen Zusammenhang, dass sich parallele Linien, die vom Betrachter wegführen, mit zunehmender Entfernung konvergieren.

Vertraute Größe

Aufgrund unseres Vorwissens und unserer menschlichen Erfahrungen über tatsächliche Objektgrößen können Rückschlüsse über die Entfernung im Raum gezogen werden.

Atmosphärische Perspektive

Die Luftschicht, die das vom Objekt reflektierte Licht durchdringen muss, wird dicker, je weiter das Objekt entfernt ist. Dies bedeutet einen höheren Anteil an Luftpartikeln (Wassertropfen, Staub), der die Objekte unschärfer und bläulicher erscheinen lässt, je weiter sie entfernt sind. (Einfacher. Durch die in der Luft befindlichen Partikel wirken entfernte Objekte weniger scharf und haben einen leichten Blaustich)

Texturgradient

Elemente, die in einem Abbild gleiche Abstände aufweisen, erscheinen in Richtung Horizont immer kleiner und dichter.

Schatten

Schatten lassen die räumliche Beziehung zwischen Objekten innerhalb einer Abbildung erkennen. Sie geben Aufschluss über Entfernungen zu Boden und Wänden und verstärken die dreidimensionale Wahrnehmung.⁸

2.1.2 Binokulares Sehen

Die bisher aufgezählten Tiefenkriterien lassen sich auch mit nur einem Auge wahrnehmen. Über das binokulare Sehen, das Sehen mit

⁸ Hottong und Lesik 2009, S. 29 ff

zwei Augen, erhalten wir jedoch zusätzliche bessere Informationen über räumliche Tiefe. Entfernungen und Distanzen lassen sich konkreter einschätzen und dienen der räumlichen Orientierung. Infolge des Augenabstandes von rund 6,5cm sehen wir zwei leicht unterschiedliche Bilder.⁹ Die Verschiedenheit der Bildlage auf der linken und rechten Netzhaut erzeugt den Tiefenreiz der Querdisparität.¹⁰ Durch die Kombination beider Bildinformationen im Gehirn entsteht ein Gesamteindruck, der es ermöglicht, die flächenhafte Anschauung eines einzelnen Auges zu einer körperlichen, plastischen Raumwahrnehmung zu wandeln. Ein dreidimensionaler räumlicher Bildeindruck mit Tiefeninformationen wird nur durch die Verschmelzung von beiden Sehreizen hervorgerufen.¹¹

Fusion

Auf beiden Seiten der Augen existieren einander entsprechende Bereiche auf der Netzhaut. Diese Stellen werden als korrespondierend bezeichnet. Fixieren beide Augen einen Punkt (F in Abb. 2.1) im Raum, wird dieser auf die korrespondierenden Stellen in der jeweiligen Sehgrube projiziert. Beide Sehgruben haben also den gleichen Ortswert. Die Disparität an dieser Stelle beträgt stets Null, linker und rechter Bildpunkte sind deckungsgleich. Für die Wahrnehmung von räumlicher Tiefe ist nun von entscheidender Bedeutung, welche Punkte bei der Fixierung von Punkt F ebenfalls auf korrespondierenden Netzhautpunkten abgebildet sind und vom Betrachter als ein einzelnes fusioniertes Bild mit gleicher Entfernung wahrgenommen werden.¹²

⁹ Tauer 2010, 55 f

¹⁰ Disparität (von lat. *disparatum*: abgesondert, getrennt) bedeutet Verschiedenheit.

¹¹ Vgl. Film & TV Kameramann 2011, S. 60

¹² Vgl. Tauer 2010, S. 55ff

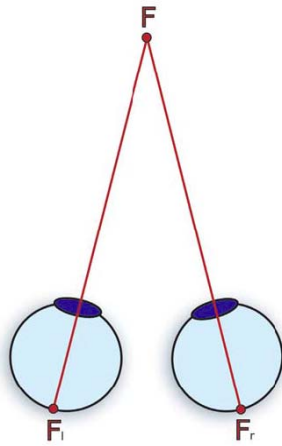


Abbildung 2.1: Fixierung eines Objektes F

Quelle: Hottong und Lesik 2009, S. 38

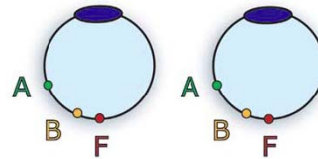


Abbildung 2.2: Korrespondierende Netzhautpunkte

Quelle: Hottong und Lesik 2009, S. 38

Alle Objektpositionen, die bei der Fixierung von F ebenfalls gleiche korrespondierende Netzhautpunkte einnehmen, bilden den sogenannten Horopter (Abb. 2.3). Er ist eine gedachte Linie im Raum, die entsprechend der Wölbung der Netzhaut gebogen ist. Objekte, die vor oder hinter dem Horopter liegen, bilden keine korrespondierenden Netzhautstellen, sie sind disparat. Aus diesem Wert des Versatzes der Bildpunkte leiten Stereoneuronen¹³ die Information, in welcher Entfernung sich die Objekte vom Horopter befinden, ab. Je weiter das Objekt vom Horopter entfernt liegt, desto größer ist die Querdisparität.¹⁴ Je weiter ein Objekt vor dem Horopter liegt, desto weiter außen befinden sich die entsprechenden „retinalen Abbilder“¹⁵. In diesem Fall wird von einer *gekreuzten Querdisparität* gesprochen. Umgekehrt bedeutet dies, dass die retinalen Abbilder eines Objektes, das hinter dem Horopter liegt, weiter innen liegen.

¹³ Zellen für räumliche Tiefe in der Sehrinde

¹⁴ Vgl. Goldstein, E. Bruce 2008: Wahrnehmungspsychologie, S. 193.

¹⁵ Abbild auf der Netzhaut

Eine solche Disparität wird als *ungekreuzte Querdisparität* bezeichnet.¹⁶

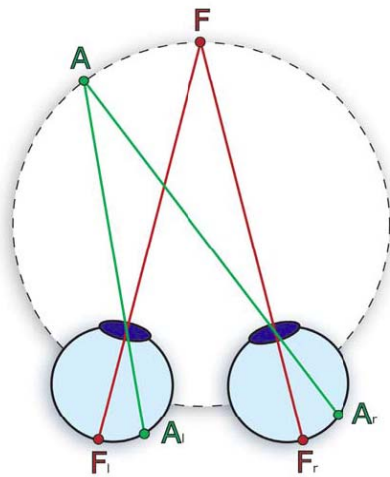


Abbildung 2.3: Vereinfachte Darstellung des Horopters

Quelle: Hottong und Lesik 2009, S. 38

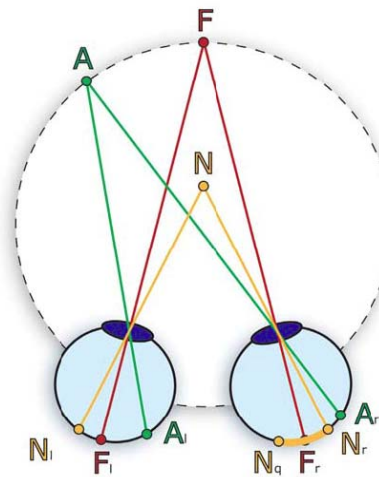


Abbildung 2.4: Entstehung der Querdisparität

Quelle: Hottong und Lesik 2009, S. 38

2.1.3 Konvergenz und Akkomodation

Im Allgemeinen wird die Konvergenz als Annäherung bezeichnet. Es ist die Fähigkeit der menschlichen Augen, die Sehachsen auf den im Moment betrachteten Raumpunkt auszurichten. Dabei überschneiden sich die Sehachsen und bilden am Schnittpunkt den Konvergenzwinkel α (Abb. 2.5).¹⁷ Werden Objekte in der Ferne betrachtet, liegen die beiden Sehachsen parallel zueinander, sie konvergieren nicht. Die Muskulatur ist dabei entspannt, bei steigender Konvergenz nimmt die Spannung jedoch zu. Der Mensch nimmt, sobald sich der Konvergenzwinkel ändert, eine Kontraktion der Augenmuskeln wahr und erhält somit Informationen über die Entfernung der

¹⁶Vgl. Westermann 2009, S. 9 f

¹⁷ Vgl. Peter Wimmer 2004, S.13

Objekte. Als wichtigster Parameter in der Stereoskopie wird im weiteren Verlauf näher auf die Konvergenz eingegangen.¹⁸

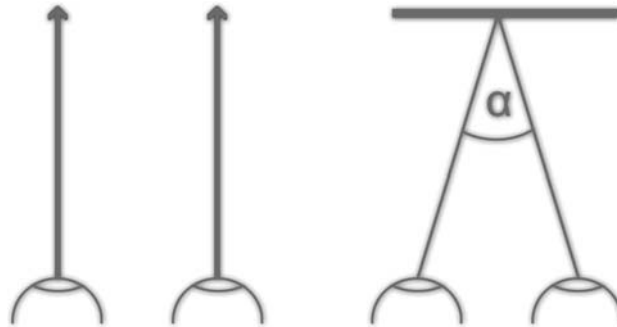


Abbildung 2.5: Konvergenz und Akkommodation

Unter Akkommodation wird das Scharfstellen der Augen auf nahe oder ferne Objekte durch Veränderung der Linsenkrümmung verstanden. Konvergenz und Akkommodation arbeiten beim normalen Sehen immer gekoppelt, wobei der Akkomodationspunkt immer dem Konvergenzpunkt angepasst wird. Bei der S3D-Wiedergabe wandert das Auge durch die Szene und fixiert dabei verschiedene Objekte. Je nach virtueller Entfernung der Objekte im Stereo-Bereich ist dabei eine unterschiedliche Konvergenz nötig. Tauer hält fest: „Im Gegensatz dazu muss die Akkommodation jedoch immer auf dieselbe Entfernung eingestellt werden – die Entfernung des Bildschirms oder der Leinwand vom Auge.“¹⁹ Beide Größen sind dadurch voneinander getrennt. Je mehr sich Konvergenz- und Akkomodationspunkt unterscheiden, also je weiter ein Objekt vor oder hinter der Abbildungsebene erscheint, desto unnatürlicher und anstrengender wird die Betrachtung.

¹⁸ Vgl. Tauer 2010, S. 6 f

¹⁹ Vgl. Peter Wimmer 2004, S.14

Die Divergenz ist das Gegenteil der Konvergenz. Sie tritt ein, wenn beide optischen Achsen auseinander driften. Beim natürlichen Sehen kommen Divergenzbewegungen niemals vor. Bei der Stereoskopie sollte deshalb dieser Effekt vermieden werden.

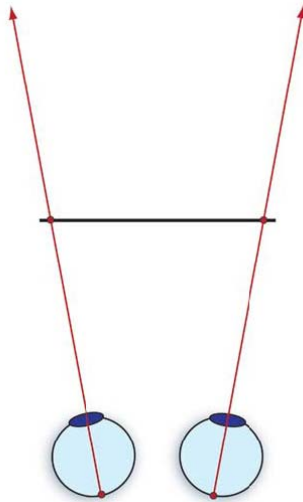


Abbildung 2.6: Divergenz

2.2 Technische Grundlagen der Stereoskopie

Die Stereoskopie (gr. stereos: Raum, kopeo: betrachten), oder auch wörtlich Raum-Sicht, ist „die Gesamtheit aller Verfahren und Techniken zur raumgetreuen, dreidimensionalen Bildwiedergabe.“²⁰ In den folgenden Kapiteln wird der „3D-Effekt“ genauer analysiert. Es soll erläutert werden, wie dreidimensionale Bilder aufgebaut sind und worauf bei der Aufnahme geachtet werden muss, um ein qualitativ gutes stereoskopisches Bild zu erzeugen. Aufgrund des inhaltlichen Schwerpunktes der Arbeit wird auf die Beleuchtung der geschichtlichen Entwicklung der Stereoskopie verzichtet.

2.2.1 Stereobasis

Die wichtigste Größe in der Stereoskopie ist die Stereobasis. Sie bestimmt den Abstand der beiden optischen Achsen der Objektive zueinander und nimmt somit Einfluss auf die Tiefenausdehnung. Über den Abstand wird das Verhältnis der Originaltiefe und der Bildtiefe einander angepasst. Bei Aufnahmen, die dem menschlichen Sehen entsprechen sollen, wird der Abstand beider Kameras so verändert, dass sie dem Augenabstand von 6,5cm gleichstehen. Um im Bild eine große Tiefenausdehnung zu erzielen, muss eine große Stereobasis gewählt werden. Der abbildbare Raum vergrößert sich in der Tiefenausdehnung und wandert gleichzeitig nach hinten. Somit wird der große Tiefenumfang des Originals auf den kleinen Tiefenspielraum des Bildes komprimiert. Dieses Verfahren eignet sich bei großen Landschaftsaufnahmen mit mehreren tausend Metern Tiefenausdehnung. Wird es allerdings bis ins Extrem mit einer Basis von mehreren Metern genutzt, kann es zu einem „Miniatur-Effekt“ kommen. Eine weite Landschaftsaufnahme wirkt bei der Wiedergabe

²⁰ vgl. Hoffmann 1990, S.7

dann wie eine Miniaturlandschaft aus Sicht eines Riesen.²¹ Anders herum verhält es sich mit Makroaufnahmen, bei denen eine möglichst kleine Stereobasis gewählt werden muss. Dabei wird der kleine Tiefenumfang des Originals in den erheblich größeren Tiefenspielfraum des Bildes ausgedehnt. Wird die Basis zu stark verringert, kommt es zum sogenannten „Gigantismus-Effekt“. Objekte weisen hier im Bild eine abnormal starke Tiefenwiedergabe auf. Bei der Einstellung dieser Größe ist es wichtig, das Verhältnis beider Perspektiven zum abzubildenden Raum zu beachten (Abb. 2.1). Es sollte immer den Augen des Betrachters zum Bildraum entsprechen.²²

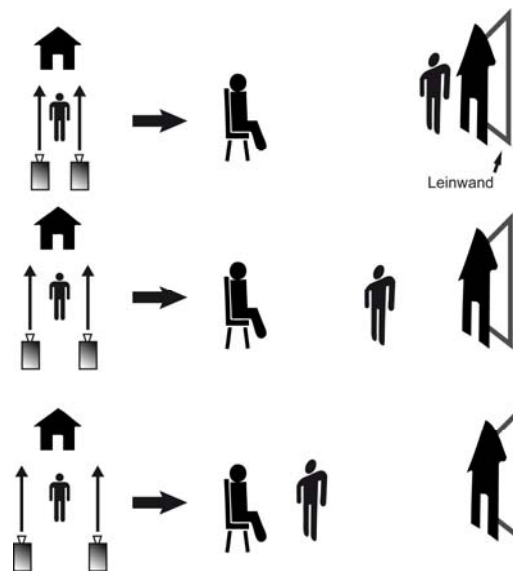


Abbildung 2.7: Stereobasis

Quelle: Mendiburu 2009, S.74

Die Stereobasis ist ein entscheidender Faktor, mit der sich die Motiftiefe während der stereoskopischen Aufnahme festlegen lässt. Nach der Aufnahme ist die Stereobasis fest mit beiden Bildern verschmolzen und kann im Verlauf der Produktion nicht mehr korrigiert

²¹ Film & Kameramann bol 01/2011, S.64

²² Vgl. Tauer 2010, S. 349

oder verändert werden. Für den Stereograf ist es deshalb wichtig, sich vor Ort vorzustellen, wie groß der Augenabstand eines Menschen sein müsste, um die gewünschte Szenerie räumlich zu erblicken. Darauf bezogen stellt er die Stereobasis beider Kameras ein. Dabei sollte er immer vom normalen Augenabstand ausgehen.²³

Da Panasonic AG-3DA1 hat eine feste Stereobasis von 60mm womit nur bedingt gestalterisch Einfluss auf die Tiefenausdehnung genommen werden kann. Für 3D-Neueinsteiger ist dies von Vorteil, da die Technik schneller überblickt werden kann und nur noch ein Stereo-Parameter, die Konvergenz, beachtet werden muss. Im professionellen Bereich ist diese Einschränkung weniger von Vorteil.

2.2.2 Stereofenster

Zweidimensionale Bilder werden immer von einem Rand begrenzt. Bei der Betrachtung von dreidimensionalen Bildern wirkt dieser Rand wie ein Fenster, durch das der Betrachter scheinbar auf eine Szene blickt. Das Stereofenster wird deshalb auch als Scheinfenster bezeichnet. „Einzelne Objekte können durch diesen Rahmen in die Räumlichkeit aus dem Bildraum in den Zuschauerraum treten.“²⁴ Die Position des Stereofensters wird also in Z-Richtung, die Blickrichtung des Betrachters, bestimmt. Die Lage des Fensters wird an der Stelle definiert, an der die seitlichen Begrenzungen der beiden Teilbilder deckungsgleich sind. Oft wird dieser Bereich mit der Nullebene verwechselt oder synonym verwendet. Die Nullebene liegt jedoch dort, wo die Disparität (siehe 2.2.3) Null beträgt, also beide Kameraachsen konvergieren. Objekte an diesem Punkt sind in beiden Ste-

²³ Vgl. Tauer 2010, S. 349f

²⁴ Vgl. Franck 2010, S.11

reo-Halbbildern deckungsgleich. Bei paralleler Kamerastellung liegt die Nullebene im Unendlichen. In diesem Fall kann die stereoskopische Anpassung in der Postproduktion durch Verschieben der beiden übereinanderliegenden Bilder erfolgen. Im deutschen Sprachraum wird die Nullebene auch Scheinfensterenebene genannt. Eine Verletzung des Stereofensters sollte immer vermieden werden (siehe Kapitel 5.5).

2.2.3 Parallaxen (Disparität)

Die Parallaxe beschreibt den horizontalen Versatz zusammengehörender (korrespondierender) Bildpunkte aus dem linken und rechten Stereohalbbild. Dieser Versatz wird auch als parallaktische Verschiebung, oder „Disparität“, bezeichnet. Je größer die Disparität zwischen den Bildelementen ist, desto stärker ist die Tiefenabweichung von der Abbildungsebene oder auch Scheinfenster-Ebene.²⁵ Objekte können somit aus dem Bild hervorgehoben oder versinkend dargestellt werden. Je größer die Parallaxenunterschiede der beiden Abbilder zueinander sind, desto näher befinden sich die Objekte zum Betrachter. Bei zu extremen Disparitäten kann es jedoch dazu kommen, dass der Betrachter beide 2D-Teilbilder nicht mehr zu einem dreidimensionalen Bild stabil verschmelzen kann. Disparitäten sind vor und hinter der Nullebene entgegengesetzt verschoben.²⁶ In Abhängigkeit der Größe der Projektionsfläche werden in der Postproduktion Parallaxe und Konvergenzpunkt manipuliert, um die Verteilung der Objekte im Raum und damit die Tiefenwirkung einer Szene zu steuern. Es lassen sich vier unterschiedliche Arten von Parallaxen aufführen.²⁷

²⁵ Vgl. Tauer 2010, S. 53

²⁶ Vgl. Blenn 2007, S. 14

²⁷ Film & TV Kameramann bol 01/2011, S. 60

„Nullebene – Nullparallaxe“

Bei beiden Bildern liegen die homologen Bildpunkte genau übereinander. Die optischen Bildachsen schneiden sich auf der Abbildungs- oder auch Scheinfensterebene und erzeugen somit beim Betrachter keinerlei räumlichen Eindruck. Der Konvergenzpunkt und die Akkommodation liegen auf einer Ebene. Dieser Punkt ist eine wichtige Referenz für alle stereoskopischen Bilder.

„positive Parallaxe“

Der Konvergenzpunkt liegt auf der Scheinfenster-Ebene und das Objekt liegt dahinter. Das linke Bild befindet sich links neben dem rechten Bild und das rechte Bild befindet sich rechts neben dem linken Bild. Sämtliche Objekte in einem Bild werden somit hinter der Projektionswand dargestellt. Die Akkommodation liegt weiterhin auf der Leinwandebene, was unter Umständen vom Betrachter als Unangenehm empfunden werden kann, da die Akkommodation und die Konvergenz beim natürlichen Sehen gekoppelte Reflexe sind.

„negative Parallaxe“

Die optischen Achsen des Betrachters konvergieren hinter dem Objekt auf der Konvergenzebene, oder auch Scheinfenster-Ebene. Das linke Bild liegt rechts vom rechten Bild und das rechte Bild liegt links vom linken Bild. Objekte, die vor der Konvergenzebene liegen, also näher zur Kamera, erscheinen im Vordergrund, sie ragen somit in den Raum (out of screen/pop-out).

„divergente Disperitäten“

Die Divergenz ist das Gegenteil zur Konvergenz. Die optischen Achsen der Augen konvergieren nicht auf ein Objekt, sondern triffen

auseinander. Diese Divergenzbewegung ist eine unnatürliche Stellung der Augen und kommt beim natürlichen Sehen niemals vor. In der Stereoskopie sollte deshalb dieser Effekt vermieden werden.²⁸

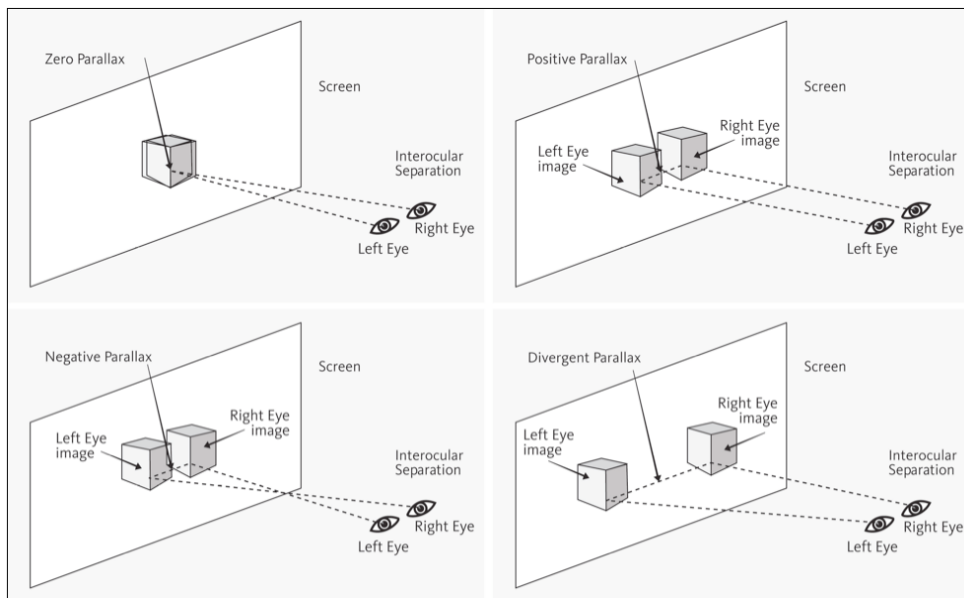


Abbildung 2.8: fasst die Arten der Parallaxen zusammen.

Quelle: <http://www.dimenco.eu/about-3d/the-real-world/>

„Die maximale nutzbare positive und negative Parallaxe zusammen ergeben die Gesamt-Stereotiefe, oft auch als Stereo-Budget bezeichnet.“²⁹

²⁸ Vgl. Wimmer 2004, S. 21

²⁹ Film & TV Kameramann bol 01/2011, S. 62

3 Der Panasonic AG-3DA1

3.1 Stereo-3D-Camcorder

Der Panasonic AG-3DA1 ist ein kompakter S3D-Camcorder mit einem integrierten Zwei-Linsen-System. Beide Linsen sind so angeordnet, dass sie den menschlichen Augen sehr ähnlich sind. Der Camcorder ermöglicht die Aufnahme von dreidimensionalen Videos mit einer Auflösung von 1.920x1.080 Bildpunkten für jedes Bild. Bauform, Handling und Menüstruktur der Kamera ähneln sehr dem der HVX-200, HPX-170 oder HMC-40 von Panasonic. Im Vergleich zu komplexen S3D-Kamera-Rigs befinden sich alle Bauelemente wie Linsen, Kamera-Kopf und Aufnahme-Einheit in einem Gehäuse.

Im betriebsbereiten Zustand, ohne Zusatztechnik wie Matte Box mit Filtern oder externe Steuermodule wiegt die AG-3DA1 2,8kg. Beide Strahlengänge und die Signalverarbeitung erfolgen automatisiert, sodass der Nutzer von umständlichen Verfahren zur Einstellung und Justierung des Systems entlastet ist. Diese Faktoren machen die Kamera sehr kompakt, handlich und flexibel im Einsatz.³⁰ Da jedoch bei der Anwendung nur begrenzt Einfluss auf stereoskopische Parameter Einfluss genommen werden kann, wird hier der gestalterische Spielraum für S3D-Aufnahmen beeinträchtigt. Die einfache Bedienung lässt schnell den Eindruck eines „Point-and-Shoot“ Camcorders aufkommen. Jedoch gibt es beim Drehen von Stereo-3D Aufnahmen einige Dinge zu beachten. Der Preis der Kamera liegt bei rund 17.000 Euro.

³⁰ <http://www.panasonic.com/business/provideo/includes/pdf/AG3DA1.pdf>

3.2 Technische Eigenschaften

Hardware

Bei der Panasonic AG-3DA1 ist das gesamte Optiksystm doppelt vorhanden. Beide Linsensysteme haben einen Abstand von 60mm zueinander. Das Licht fällt durch die beiden Objektive auf die getrennten Sensorgruppen. Die Sensorgruppen bestehen aus zwei 1/4.1-Zoll 3MOS Chipblöcken mit jeweils 2.07 Megapixeln für das linke und das rechte Bild. Beide Sensorblöcke besitzen insgesamt sechs Sensoren, aufgeteilt auf jeweils drei für die Grundfarben des rechten und des linken Bildes. Die Farbseparation des Lichtes erfolgt über ein Prismen-System. Das Gerät behandelt die elektrischen Signale während des gesamten Verarbeitungsprozesses separat und leitet sie an zwei SDHC-Speicherkarten weiter, die auf der Rückseite in zwei Einschüben stecken.



Abbildung 3.1: Seitenansicht der AG-3DA1

Quelle: <http://pro-av.panasonic.net/en/3d/ag-3da1/rear.html>

An der Seite der Kamera befindet sich ein ausklappbarer 3.2 Inch großer LCD mit einem Seitenverhältnis von 16:9 und ungefähr 921,000 Bildpunkten. Der Sucher ist mit einem farbigen LCOS-

Display³¹ ausgestattet, 0.45 Inch groß und arbeitet mit 1,226,00 Bildpunkten. Am vorderen Ende des Griffes befindet sich ein integriertes Stereo-Mikrofon. Bei einer Leistungsaufnahme von 19 Watt kann die Stromversorgung über ein Battery Pack mit DC 7.2 V und 5,400 mAh oder einen AC-Adapter erfolgen. Die Kontrolle der Synchronität beider Objektive und beider Kamerasysteme im Gehäuse erfolgt über eine Blackbox in der Kamera.³² Somit ist der Abgleich beider Strahlengänge und die Signalverarbeitung zueinander komplett automatisiert. Kamerafunktionen wie Weißabgleich, Schwarzabgleich, Fokus, Zoom und Blendeneinstellung laufen für das linke und rechte System absolut synchron.³³ Bildfehler oder Unterschiede bei der Bilder zueinander, wie zum Beispiel asynchrone Bildaufnahme, Höhenversatz, Rotations-, Größen- und Helligkeitsunterschiede oder geometrische Abgleiche, werden somit vermieden.

Aufzeichnung

Der Camcorder zeichnet beide separaten Full-HD-Streams im AVCHD-Codec³⁴ mit einer maximalen Datenrate von jeweils 24 MBit pro Sekunde im PH-Mode³⁵ auf die SDHC-Speicherkarten auf. Die neueren SDXC-Speicherkarten werden erst bei einem aktuellen Update der Betriebssoftware unterstützt.³⁶ Der AVCHD-Codec ist ein

³¹ „LCOS = Liquid Crystal on Silicon. Display, das auf der Basis von LC-Displays arbeitet, bei dem jedoch die Flüssigkristalle kein Hintergrundlicht durchlassen, sondern das auf das LCOS-Chip projizierte, polarisierte Licht reflektiert. Dadurch dass das Display nicht durchleuchtet wird, fällt der Fliegengittereffekt weg, der besonders bei LC-Projektoren auftritt. Können sehr hohe Auflösung aufweisen.“

³² Avt Plus Hamburg, Hands On „3D Experience“, Breitkopf, Produktvorstellung AG-3DA1

³³ Avt Plus Hamburg, Hands On „3D Experience“, Breitkopf, Produktvorstellung AG-3DA1

³⁴ AVCHD (Advanced Video Codec High Definition): Videoreduktionsverfahren entwickelt von Sony und Panasonic 2006 für die Aufzeichnung von HDTV-Material im Consumer-Bereich. Vgl. <http://www.bet.de/Lexikon/Begriffe/avchd.htm>

³⁵ PH-Mode: Von Panasonic entwickelter Modus, um maximale Bitraten von 24Mbit/s (durchschnittlich 21Mbit/s) im AVCHD-Format zu erzielen.

³⁶ Avt Plus Hamburg, Hands On „3D Experience“, Breitkopf, Produktvorstellung AG-3DA1

Videoreduktionsverfahren, das auf der Basis von MPEG-4/Part 10 (nach ITU: H.264) mit einer GOP von 15 beruht. Das Videosignal wird mit 8-Bit quantisiert und es kommt eine 4:2:0-Abtastung zur Anwendung. Das Verfahren AVCHD steht in Konkurrenz zu HDV (High Definition Video), das allerdings noch das ältere MPEG-2 Verfahren verwendet und eine Auflösung von 1440x1080 Bildpunkten besitzt. Die untere Tabelle gibt einen Vergleich zu bestehenden Codecs.

Bei der Verwendung von zwei 32GB SDHC Speicherkarten ist eine maximale Aufzeichnungszeit von 180 Minuten und eine Anzahl von jeweils 200 Clips in jedem Modus möglich. Die Digitalisierung der analogen Audiosignale erfolgt mit einer Abtastfrequenz von 48 kHz und einer Quantisierung von 16 Bit. Die Kompressionsrate beträgt im PH-Mode 384 Kbit/s. Die Audioaufzeichnung erfolgt nur auf der linken SDHC-Speicherkarte, was zur Folge hat, dass diese schneller voll ist.³⁷ Mit der Kamera sind unterschiedliche Aufzeichnungsformate möglich.

Im 59.94 Hz PH-Mode:	Im 50Hz PH-Mode:
- 1080/59.94i	- 720/59.94p
- 1080/29.97p	- 1080/50i
- 1080/23.98p (native, die AG-3DA1 zeichnet nur aktive Frames auf)	- 1080/25p
	- 720/50p

³⁷ Vgl. http://providocoalition.com/index.php/awilt/story/hands-on_with_the_panasonic_ag-3da1_s3d_camcorder/

Hersteller	Pana-sonic	Sony	Pana-sonic	Apple	Sony	Convergent Design	Sony
Format	AVCHD	HDCAM	AVC-I	ProRes	XDCAM 422	nanoFlash	HDCAM SR
Kompression	MPEG-4-LG	MPEG2-I	Intra	Intra	MPEG2-LG	MPEG2-I LG	MPEG-4
Sampling	4:2:0	3:1:1	4:2:2	4:2:2	4:2:2	4:2:2	4:2:2 / 4:4:4
Resolution-1080	1920x1080	1440x1080	1920x1080	1920x1080	1920x1080	1920x1080	1920x1080
Resolution-720	1280x720	1280x720	1280x720	1280x720	1280x720	1280x720	1280x720
Quantisierung	8-Bit	8-Bit	10-Bit	10-Bit	8-Bit	8-Bit	10-Bit
Bitrate (Mbit/s)	24	112-142	100	220	50*	280	180* 440

* Equivalent I-Frame Rate = 125/400 Mbit/s Quelle: www.cameradepartment.tv

Schnittstellen

Die wesentlichen Schnittstellen an der Kamera sind zwei HD-SDI Ausgänge³⁸ sowie ein HDMI 1.4 Ausgang³⁹. Beide HD-SDI Ausgänge sind für BNC-Koaxialkabel mit 0.8Vp-p und einer Impedanz von 75Ω ausgelegt. Im Standby- und Aufnahmemodus gibt die Kamera über diese Schnittstellen direkt vom Signal-Processing jeweils ein Videosignal in HD-SDI mit einer Datenrate von 1,485 Gbit/s und mit einer 4:2:2 Farbabtastung⁴⁰ entsprechend SMPTE 292M aus. Im 59.94Hz Modus werden dabei die Videoformate 1080/60i, 720/60p und 1080/24PsF unterstützt, und im 50Hz Modus die Videoformate 1080/50i und 720/50p.

³⁸ HD-SDI= High Definition Serial Digital Interface nach SMPTE 292M

³⁹ HDMI 1.4 = High Definition Multimedia Interface in der neusten Version 1.4,

⁴⁰ 4:2:2 beschreibt das Verhältnis zwischen Auflösung des Luminanzsignals und der beiden Farbdifferenzsignale. Bei HDTV mit 1080 Zeilen handelt es sich dann konkret um 74,25 MHz



Abbildung 3.2: Rückseite der AG-3DA1

Quelle: <http://pro-av.panasonic.net/en/3d/ag-3da1/rear.html>

Mit einem externen Recorder kann somit das Videosignal mit einem höherwertigen Codec, beispielsweise dem AVC-Intra 100 von Panasonic, aufgezeichnet werden. Dieser beruht, ebenfalls wie AVCHD, auf MPEG4/Part10 Basis, arbeitet jedoch mit 10-Bit-Quantisierung, einer Datenrate von 100 Mbit/s und einer 4:2:2 Abtaststruktur. Um mit der HDMI 1.4 Schnittstelle arbeiten zu können, müssen beide HD-SDI Ausgänge im Menü deaktiviert werden. Die HDMI 1.4 Schnittstelle ermöglicht es, zwei HD-SDI Datenströme parallel zu verarbeiten und auszugeben. So kann beispielsweise ein externer 3D fähiger Monitor bespielt, oder ein Schnittsystem eingebunden werden. Als Audioschnittstellen besitzt die Kamera zwei XLR-Eingänge, welche sich separat voneinander auf Line- oder Mikrophone-Pegel einstellen lassen. Mikrofone mit 48 V Speisung lassen sich ebenfalls anschließen. Zum Kontrollieren des Tones in der Kamera ist an der Rückseite eine 3,5mm Klinkenbuchse vorhanden. Dort befindet sich

ebenfalls ein Remotefeld mit Eingängen, über die sich Zoom, Blende und der Konvergenzpunkt fernsteuern lassen.⁴¹

Auf einzelne technische Parameter, wie zum Beispiel das Aufzeichnungsformat mit entsprechendem Codec oder die mögliche Weiterverarbeitung der unkomprimierten HD Signale wird im Verlauf der Arbeit und speziell im Abschnitt „Postproduktion“ eingegangen. Zudem werden Vor- und Nachteile einiger Funktionen während der Produktion thematisiert.

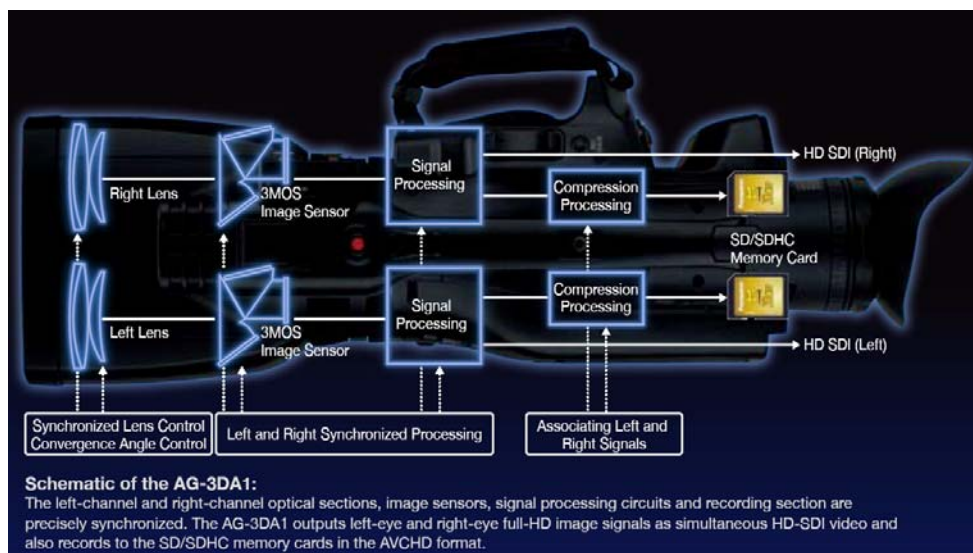


Abbildung 3.3: Blockschaltbild und Signalverarbeitung der AG-3DA1

Quelle: http://panasonic.biz/sav/broch_bdf/AG-3DA1_e.pdf

3.3 Bedienung und Funktionen

Aufgrund der Größe und des geringen Gewichtes ist die Panasonic AG-3DA1 sehr handlich, flexibel und leicht zu bedienen. Die grundlegenden Einstellungen an der Kamera sind wie bei herkömmlichen 2D Kameras gleich. Auf dem Haltegriff an der rechten Seite wie auch am oberen Griff befindet sich jeweils eine Zoom-Wippe, deren Emp-

⁴¹ Vgl. Panasonic Corporation 2010 Leavlet, Professional 3D Production Systems

findlichkeit in drei Stufen einstellbar ist. Der Power-Schalter befindet sich am seitlichen Haltegriff. Die Kamera lässt sich in zwei Modis starten. Zum einen im Record-Modus für die Aufnahme, zum anderen im Preview-Modus für das Sichten von Clips. Auf dem Schalter ist, wie auch auf der Oberseite der Kamera, der Record-Knopf zu finden.



Abbildung 3.4: Seitenansicht AG-3DA1

Quelle: <http://pro-av.panasonic.net/en/3d/ag-3da1/rear.html>

Die Menüsteuerung erfolgt über einen kippbaren Joystick am hinteren Ende des Griffes. Über ihn lässt sich auch die Preview von einzelnen Clips steuern. Auf der linken Seite im unteren Bereich befindet sich der standardisierte Kippschalter für den Weißabgleich in den drei unterschiedlichen Stufen Preset, A und B. Um die Pegelwerte des Videosignals noch besser bewerten zu können, kann über die Taste „WFM“ die Waveform- und Vektordarstellung in das Display gerufen werden. Beide Darstellungen funktionieren nur im „Einbild-Modus“, also nicht im Mix-Betrieb.⁴² Zudem befinden sich unter dem ausklappbaren Display die Tasten für Farbbalken, Zebra, Kantenanhebung und Mix-Betrieb. Letzteres bedeutet, dass im Sucher wie auch im Display beide Bilder übereinander angezeigt werden. Dieser

⁴² Vgl. Film TV Video 03/2010, S. 21 ff

Modus wird verwendet, um den Konvergenzpunkt einzustellen. Im Audio-Panel können die einzelnen Kanäle angewählt und mit entsprechendem Pegel eingestellt werden. Im vorderen Bereich befindet sich das Blendenrad. Ist die Blende eingestellt, kann über die Taste „DIAL“ von IRIS auf Convergence umgestellt werden.⁴³ Mit dem Rad lässt sich dann der Konvergenz-Punkt festlegen. Mit der Taste „Mode-Check“ können alle Einstellungen im Display angezeigt werden.

44



Abbildung 3.5: Waveform- und Vektorskopdarstellung

Quelle: <http://pro-av.panasonic.net/en/3d/ag-3da1/index.html>

3.3.1 Konvergenzeinstellung und 3D-Guide

An der Kamera selber ist das Betrachten der Bilder in S3D über LC-Display oder Sucher nicht möglich. Erst unter Verwendung eines externen 3D fähigen Monitors und entsprechenden Sichtverfahren können die Bilder dreidimensional betrachtet werden. Die Panasonic AG-3DA1 arbeitet mit einer festen Stereobasis von 60mm. Diese ist nicht veränderbar.⁴⁵ Der einzige stereoskopische Parameter, auf den Einfluss genommen werden kann, ist die Konvergenz, also der Winkel der beiden Linsen zueinander. Wird die Konvergenzfunktion am Einstellrad aktiviert, kann durch das Drehen der Konvergenzpunkt verändert werden. Es ändert sich der Schnittpunkt und somit der

⁴³ Vgl. Panasonic Corporation 2010 Leavlet, Professional 3D Production Systems

⁴⁴ Vgl. Panasonic Corporation 2010, 3D Related Site Full HD 3D Global

⁴⁵ Vgl. Film & Kameramann Bollinger 01/2011, S. 88 f

Konvergenzwinkel beider Blickachsen. Im Mix-Betrieb kann dann über das Display oder im Sucher kontrolliert werden, an welcher Stelle im Bild sich einzelne Objekte beider Halbbildaufnahmen decken. Sie werden, bezogen auf die Tiefenanordnung in der stereoskopischen Projektion, auf die Null-Ebene, also die Ebene des Wiedergabemediums, gebracht und dargestellt.⁴⁶ Bei einer maximalen Konvergenzeinstellung kreuzen sich beide Blickachsen in einer Entfernung von rund zwei Metern. So können Objekte in dieser Entfernung auf die Scheinfenster-Ebene gebracht werden. Matthias Bollinger, Kameramann bei der Produktion „A Little Surf Movie“ für Panasonic Deutschland: „Bei solch einer Entfernung ist jedoch zu beachten, dass in Abhängigkeit von der finalen Projektionsgröße eine Stereobasis von 60mm für Nahaufnahmen schon zu relativ starken Parallaxen führen kann, gerade dann, wenn gleichzeitig die Optik voll durchgezoomt ist und dazu ein unendlich-entfernter Hintergrund im Bild zu sehen ist.“⁴⁷ Um eventuelle Parallaxenfehler zu vermeiden, verfügt die Kamera über einen 3D-Guide als Hilfsmittel bei der Einstellung. Über eine Taste an der linken Seite kann er in das kamera-interne Onscreen-Menü auf das Display, den Sucher oder einen externen S3D-Kontrollmonitor gerufen werden. Um im stereosicheren Bereich (siehe Kap. 2.2.4) zu arbeiten, errechnet die Kamera anhand der aktuellen Brennweite, Konvergenzwahl und der finalen Projektionsgröße sichere Nah- und Fernpunkte.⁴⁸ In diesem Abstandsreich, die Einheit beträgt Meter, können Objekte angeordnet werden, ohne ermüdende Parallaxen zu erzeugen. Die interne Berechnung wird für zwei Projektionsgrößen, 77 Zoll und 200 Zoll angeboten.⁴⁹

⁴⁶ Vgl. Film & TV Kameramann 01/2011, S. 61

⁴⁷ Vgl. Film & TV Kameramann 01/2011, S. 88

⁴⁸ Vgl. http://provideocoalition.com/index.php/awilt/story/hands-on_with_the_panasonic_ag-3da1_s3d_camcorder/

⁴⁹ Vgl. Film TV Video 03/2010, S. 21 ff

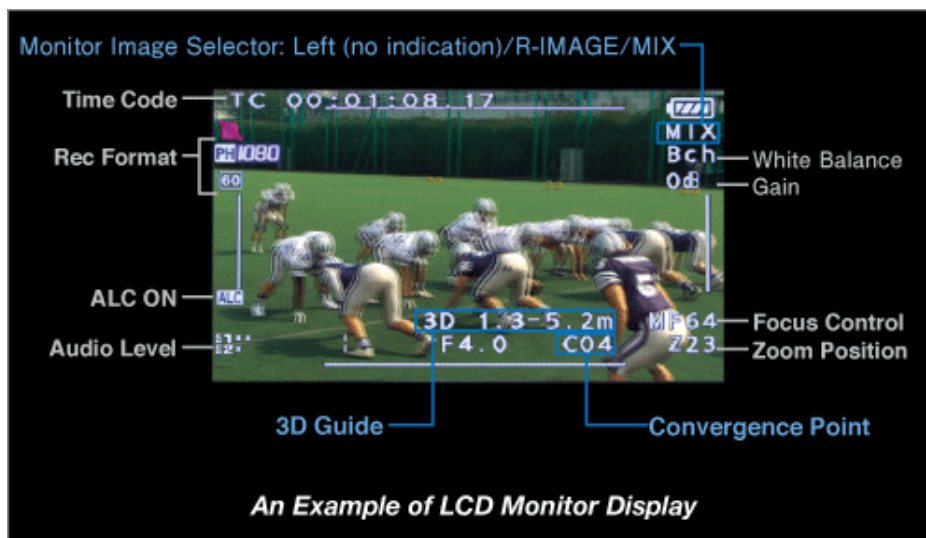


Abbildung 3.6: Beispiel für eine Einstellungsanzeige

Quelle: <http://pro-av.panasonic.net/en/3d/ag-3da1/index.html>

3.3.2 Fokusassistent

Die AG-3DA1 verfügt über einen automatischen Focus, der sich auf manuelle Funktion umstellen lässt und am Focus-Rad an der Optik einstellbar ist. Zudem gibt es einen „Auto-Focus“ Knopf für schnelles Fokussieren. Über Display oder Sucher kann zusätzlich der Fokusassistent dazu geschaltet werden. Beim Fokussieren eines Objektes steigt der weiße Hilfsbalken. Liegt das Objekt komplett in Focus, ist der Balken voll ausgefüllt.⁵⁰

⁵⁰ Vgl. Panasonic Corporation 2010, Leavlet, Professional 3D Production Systems

4 Die Media & Communication Systems (MCS) GmbH Sachsen

4.1 Firmenprofil

Die MCS GmbH Sachsen ist ein technischer Dienstleister und spezialisiert für Hörfunk- und Fernsehtechnik. Sie ist ein Tochterunternehmen der DREFA Media-Holding GmbH und der Bavaria-Film GmbH. Mit Hauptsitz in Dresden und als hundertprozentige Tochter des Mitteldeutschen Rundfunks werden täglich in eigenen Hörfunk- und Fernsehstudios Programme produziert. Dazu zählen unter anderem das tägliche Nachrichtenmagazin *SachsenSpiegel* und der Radiosender *MDR1 Radio Sachsen*. Das Unternehmen stellt für News-Berichterstattung und Filmproduktionen Ressourcen an Videotechnik, Schnittplätzen sowie Arbeitsplätze für die Postproduktion zur Verfügung. Vermietet wird zudem HD-Technik in Dresden wie auch Leipzig. Zum weiteren Aufgabengebiet gehört die Übernahme von Projekten für EB-Kamerateams, Tonaufnahmen, Fernseh-Grafik, Animation, DVD-Authoring und die Herstellung von DVD-Kopien. Ein anderer Produktionsbereich der MCS sind Werbespots, Messefilme und Imagefilme für Unternehmen in Sachsen aber auch deutschlandweit.

4.2 Image-, Industrie- und Werbefilmproduktion

Im Bereich Medienproduktion produziert die MCS seit dem Jahr 2004 Image-, Industrie- und Werbefilme für Unternehmen. Die Leistungen umfassen alle Elemente einer klassischen Werbefilmproduktion. Dabei werden Projekte von der inhaltlichen Konzeption, in Zusammenarbeit mit dem Kunden, bis hin zur technischen Planung, der Produktion und der Finalisierung begleitet. Für die Dreharbeiten als auch die Postproduktion wird fast ausschließlich Technik aus eigenem Haus verwendet. Aufgrund der inhaltlichen Ausrichtung und

der Kundenspezifität in Bezug auf das Thema S3D ist der Bereich Medienproduktion der MCS der relevante Teil für die vorliegende Arbeit. Im Bereich der Fernsehproduktion im Unternehmen spielt S3D laut Geschäftsführer Bernhard Obenaus eine untergeordnete Rolle⁵¹, sodass auf diesen Workflow im Verlauf der Arbeit nicht eingegangen wird.

4.3 Relevanz der 3D-Stereoskopie für die MCS

Der mit der IFA 2010 eingeläutete Trend für den Home Entertainment Bereich war bei allen großen Herstellern klar erkennbar: 3D. Die Consumer Electronics Show 2011 in Las Vegas, eines der wichtigsten Trendbarometer und Indikator für die Consumer-Elektronik, macht deutlich, dass die Anfangseuphorie gesunken ist.⁵² Viel weniger Endkunden als erhofft kaufen Stereo-3D Geräte. Zu ungewiss ist der Markt und zu ungewiss ist der richtige Umgang mit 3D im Fernsehbereich. Bezogen auf die MCS GmbH Sachsen würde das Einfügen von dreidimensionalen Inhalten in bestehende Fernsehformate wie beispielsweise *SachsenSpiegel* oder *SachsenSpiegel Extra* einen sehr großen technischen wie auch finanziellen Aufwand bedeuten. Da in Bereichen der Produktion und Distribution von S3D die Erfahrung fehlt, ist dieser Aufwand nicht gerechtfertigt. So findet sich Stereo-3D einzig bei der Produktion von Image-, Industrie- und Werbefilme im Bereich der Medienproduktion bei der MCS wieder. Hier bietet sich ein breites Spektrum, in dem die Stereografie sehr gut eingesetzt werden kann, um den Raumeindruck effekthaft bei Bildern zu verstärken.

⁵¹ Vorgespräch mit Bernhard Obenaus bei der MCS GmbH Sachsen

⁵² Vgl. Film und TV Video, <http://www.film-tv-video.de/newsdetail+M5b19a8fe66e.html>

4.4ameratechnik

Die MCS verfügt über verschiedene professionelle HD-Camcorder der Marken Sony und Panasonic. Auf die HD-Prosumer Camcorder und SD-Camcorder wird aufgrund der zukünftigen technischen Entwicklung nicht eingegangen. Da das technische Hausformat beim MDR Panasonic P2 ist, werden für die tägliche News-Berichterstattung die Systeme Panasonic AJ-HPX2100E und neuerdings die AJ-HPX3100 eingesetzt. Beide Systeme zeichnen auf P2-Speicherkarten auf und können den hochwertigen AVC-Intra100 Codec verwenden. Die geplante Einführung des HD-Standards für den *SachsenSpiegel* liegt bei 2013, sodass die Aufzeichnung mit den Kameras immer noch in SD geschieht.

Für Image- und Werbefilmproduktionen setzt die MCS sehr oft Kameras der Marke Sony ein. Dazu zählt zum einen die Sony HDW-F900. Sie arbeitet mit drei 2/3"-FIT-CCD-Sensoren die über eine Auflösung von 1.920x1.080 Bildpunkte verfügen. Durch den 12-Bit-A/D-Wandler besticht die Kamera besonders bei anspruchsvollen Produktionen durch eine exzellente Farbwiedergabe. Die Aufzeichnung erfolgt auf HDCAM-Kassette, bei der jedoch die Auflösung auf 1.440x1.080 Bildpunkte reduziert wird. Zudem arbeitet das HDCAM-Format mit einer 8-Bit Quantisierung und einen Farbsub-sampling von 3:1:1. Die HDW-F900 erlaubt die Aufzeichnung in folgenden Aufnahme-Modi: 1080p/25, 1080p/23,98, 1080p/24 1080p/29,97, 1080i/25, 1080i/59.94. Zum anderen kommt die Sony HDW-750P zum Einsatz. Auch sie verfügt über drei 2/3"-FIT-CCD-Sensoren, quantisiert aber nur mit 10 Bit. Im Modus 1080p/25 und 1080i/25 zeichnet auch die HDW-750P auf HDCAM-Kassetten auf.⁵³ Mit der AJ-HDC27FE "Varicam" von Panasonic steht dem Be-

⁵³ Vgl. Grimm 2010, S. 36

reich Medienproduktion eine weitere Kamera zur Verfügung, die speziell den Markt der „digitalen Cinematografie“ abdecken soll. Mit variablen Bildraten, den daraus resultierenden Geschwindigkeitseffekten und einer Cine-Gamma-Bildqualität, die viel Spielraum für den gesamten Dynamikbereich bietet, soll der Look einer Filmkamera erreicht werden.⁵⁴ Auch sie arbeitet mit drei 2/3"-FIT-CCD-Sensoren mit einer Auflösung von 1.920x1.080 Bildpunkten. Der A/D-Wandler quantisiert das Signal mit 12 Bit. Die Aufzeichnung erfolgt auf DVCPro-HD-Bänder bei einer Datenrate von 100 MBit/s und einen Farb-Subsampling von 3:1,5:1,5 bei 8 Bit Quantisierung.⁵⁵ Die Kamera ist eine günstige Alternative zu teuren Filmkameras. Je nach Größe des Projektes und in Abhängigkeit des finanziellen Spielraums wird für einige Produktionen auch externe Kameratechnik angemietet. So zum Beispiel die digitale Filmkamera Red One.

4.4.1 Stereo-3D-Rig oder 3D-Camcorder

Mit den vorhandenen Kamerasystemen für den Broadcastbereich ist die Konfiguration zu einem S3D-Rig prinzipiell möglich. Die MCS verfügt jedoch über keinerlei 3D-Technik für diese Zwecke. Wichtigstes Element für eine 3D-Umbau ist das Rig, in das die Kameras gebaut werden. Dieses gibt es für die Anordnung Side-by-Side oder als Spiegel-System. Beide Kameras müssen absolut baugleich sein und identische Peripherie verwenden, um eine annähernde 100%ige Homogenität zu gewährleisten. Annähernd deshalb, da Bauteile, wie beispielsweise Objektive oder Bildsensoren, immer gewisse Toleranzen aufweisen, die nie ganz vermieden werden können. Weitere Zusatztechnik wird für die synchrone Justierung von Stereobasis und

⁵⁴ Vgl. <http://www.clapperloader.de/?p=88>

⁵⁵ Vgl. http://www.mcs-sachsen.de/fileadmin/user_upload/pdf/2010-03-19_Technikliste.pdf

Konvergenz benötigt. Zur Feinmessung und Kontrolle werden Sensoren an das 3D-Rig befestigt. Heute wird für die synchrone Steuerung der Kameras auch spezielle Stereorechnersoftware verwendet. „Dieser technische, aber auch personelle Aufwand, lässt den finanziellen Rahmen im Bezug zum Anwendungsgebiet und den Nutzen für die MCS sprengen. So ist die deutlich günstigere S3D-Produktion mit der AG-3DA1 die interessantere Variante, die es zu erproben gilt.“⁵⁶

4.5 Postproduktionstechnik

Die MCS GmbH Sachsen arbeitet im Bereich der Postproduktion mit insgesamt 10 HD- und SD-Schnittplätzen der Firma AVID. Durch eine Vielzahl an Zuspieltechnik kann ein breites Spektrum von Videoformaten abgedeckt werden. Die technische Infrastruktur ist auf die Produktion der einzelnen Sendeformate⁵⁷ des MDR Sachsen abgestimmt. So werden derzeit fünf AVID Newscutter, vier AVID Media Composer und ein AVID Symphony betrieben. Davon werden sieben Schnittplätze für die täglichen Sendeinhalte als sogenannte Edite Suites (ES) genutzt.⁵⁸ Die anderen drei Systeme werden für den Schnitt von Onlinebeiträgen, der Tonregie und als Administrator-schnittplatz eingesetzt. Für eine gemeinsame Speichernutzung in Studio-Umgebung sind alle 10 Schnittplätze über das „AVID Unity ISIS“ miteinander verbunden. Damit ist die gemeinsame zentrale Speicherung, Verwaltung und der parallele Zugriff auf Medien möglich. Die derzeitige Speicherkapazität des Systems liegt bei 32 TB, die wiederum aus Gründen der Datensicherheit gespiegelt sind, was

⁵⁶ Vorgespräch mit Bernhard Obenaus bei der MCS GmbH Sachsen

⁵⁷ SACHSENSPIEGEL, Fakt ist...!, SachsenSpiegel extra, Unterwegs in Sachsen, Wuhlado

⁵⁸ Vgl. Grimm 2010, S. 38

letztendlich zu einer effektiven Nutzung von 16 TB führt. Unity ISIS basiert auf einer Gigabit-Ethernet-Infrastruktur bei der jede ISIS Engine einen Datendurchsatz von bis zu 400 Mbit/s erzielt.⁵⁹ Da, wie schon zuvor erwähnt, diese Schnittplätze für die tägliche Produktion im Einsatz sind, spielen sie für die Bearbeitung von S3D-Material keine Rolle. Der Focus fällt hier auf die „Edit Suite 8“.

4.5.1 Die Edit Suite 8

Die bisher noch nicht in Betracht gezogene Edit Suite 8 (ES8) spielt bei der MCS eine gesonderte Rolle. *„Diese wurde 2005 mit dem Ziel eingerichtet, einen Multiformat-tauglichen Schnittplatz bei der MCS GmbH Sachsen zu installieren, mit dem sowohl HD- als auch SD-Material in maximaler Qualität bearbeitet werden kann“*⁶⁰. Aufgrund seiner technischen Ausstattung ist die ES8 der leistungsfähigste Schnittplatz und wird primär für Image- und Werbefilmproduktionen eingesetzt. Der Cutter hat die Möglichkeit, auf AVID Synphony oder AVID DS zu schneiden. Realisiert wurde dies durch ein Dual-Boot-fähiges System auf einer HPxw8200 Workstation. Beim Start des Systems kann über einen Umschalter das jeweilige System, beide auf zwei unterschiedliche Festplatten aufgesetzt, gestartet werden. Damit wird AVID Synphony mit dem Betriebssystem Windows XP Professional und AVID DS mit Windows Professional 64 Bit betrieben. So wird der MCS die Flexibilität gewährleistet, neben der täglichen Fernsehproduktion, geschnitten auf AVID Synphony, auch hochwertige Produktionen wie Image- und Werbefilme auf dem AVID DS System zu realisieren. Die Hardwareeinbindung erfolgt bei beiden Systemen über AVID Nitris DNA. *„Im Unterschied zu den vorher ge-*

⁵⁹ <http://www.avid.com/DE/products/Unity-ISIS>

⁶⁰ Vgl. Grimm 2010, S. 38

*nannten Schnittplätzen ist die Edit Suite 8 nicht an das AVID Unity ISIS angeschlossen, sondern arbeitet momentan mit einem eigenständigen lokalen Festplatten-System im RAID 5-Verbund mit einer effektiven Speicherkapazität von 8 TB.“*⁶¹ Das Monitoring, im 3D-Bereich ein wichtiger Punkt, geschieht in 2D in der ES8 über zwei 19“ PC-Monitore (HP L1940) für die Bedienung im Schnitt, und für die farbgetreue Bildbeurteilung des reinen Videosignals bei der Farbkorrektur ein 32“ Klasse 1-Röhrenmonitor (Sony BVM-A32E1WM). Letzterer ist ein Widescreen-Master-Kontrollmonitor mit 1000 TV-Linien und lässt somit folgende Formate zu: 575/50i, 480/60i, 575/50p, 480/60p, 1080/24PsF, 1080/50i, 1080/60i, 720/60p, 720/50p. Mit zwei HD-SDI Anschlüssen unterstützt er zahlreiche HD-Signale im 4:4:4-Modus^{62, 63}. Für die technische Beurteilung des Videosignals ist ein Waveform Monitor (Tektronix WFM 700A) mit eingebunden. Zusätzlich wurde ein S3D-fähiger Monitor der Marke Sony angeschafft, der jedoch noch nicht installiert wurde.

Unter Betrachtung der technischen Spezifikationen des „Multiformat-Schnittplatzes“ und der inhaltlichen Ausrichtung von S3D-Produktionen erscheint es sinnvoll, die technischen Ansprüche für die Bearbeitungsfähigkeit von S3D-Material an diesem Schnittplatz zu erörtern und zu definieren. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird auf die S3D-Kompatibilität der Edit Suite 8 in Bezug auf Software- und Hardware-Anforderungen eingegangen.

⁶¹ Vgl. Grimm 2010, S. 39

⁶² Verhältnis der drei RGB-Signale untereinander, keine Einschränkung bei der Bearbeitungsfähigkeit

⁶³ Vgl. <http://www.sony.de/biz/product/bvm/bvm-a32e1wm/features>

5 Pre-Produktion mit der Panasonic AG-3DA1

5.1 Gestalterische Aspekte

Da bei Stereo-3D dem Gehirn Informationen aus zwei Halbbildern zur Berechnung des Raumeindrucks zur Verfügung gestellt werden, wirken Raumbilder grundsätzlich detaillierter und vielschichtiger als ein einzeln gesehenes 2D-Bild.⁶⁴ Der Betrachter hat mehr Informationen zu verarbeiten, da das Stereobild bei Totalen die beste räumliche Wirkung erzielt. Dieses intensivere Filmerlebnis ist jedoch nur möglich, wenn die Stereo-Parameter möglichst an die menschliche Raumwahrnehmung angepasst werden. Dabei behalten die bekannten und bewährten klassischen Gestaltungsmittel in S3D weiterhin ihre Bedeutung, werden aber um die dritte Dimension in Z-Richtung erweitert.

Die definierte Umgebung in zwei Dimensionen innerhalb einer Begrenzung wird also durch eine dritte Dimension zu einem Raum erweitert. Dieser entstandene Raum wird auch als Komfort-Zone bezeichnet. Der Blick auf den Bildschirm wird zum Blick durch ein Fenster, um das sich Elemente dynamisch anordnen lassen.⁶⁵ Für den Operator und DP sind nun neben den klassischen Kameraeinstellgrößen die wichtigsten Neuheiten Tiefenanschlüsse, Tiefendramaturgie und vor allem die Anordnung von Objekten im Raum. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass der 3D-Effekt in einem Film nicht durchgängig maximal ausgereizt wird, sondern dramaturgisch auf den Gesamtkontext abgestimmt ist. *„Ein entsprechen-*

⁶⁴ Vgl. Film & TV Kamermann 2011, S.48

⁶⁵ Vgl. Mendiburu 2010, S.92

*der effektvoller Höhepunkt entsteht eben erst, wenn man sich an anderer Stelle auch wieder zurückhalten kann*⁶⁶

Trotz der scheinbar leichten Handhabung der AG-3DA1 ist dies keine Garantie, ohne Umstände qualitativ hochwertige stereoskopische Aufnahmen zu erzeugen. Um den Tiefeneffekt in Zusammenhang mit der „wohlwollenden Betrachtung“ für den Zuschauer zu gewährleisten, müssen technische und gestalterische Regeln beachtet werden. In den folgenden Absätzen wird auf die Bedeutung des Wiedergabeformates und die Schärfentiefe eingegangen. Zudem wird behandelt, was unter dem Stereoskopischen Fenster zu verstehen ist und wie damit gearbeitet werden muss, um Fensterverletzungen zu vermeiden.

5.2 Schärfentiefe

Immer größer werdende digitale Sensorformate bestimmen den derzeitigen Trend zur geringen Schärfentiefe. Die gezielte Blicklenkung des Zuschauers durch die zeitliche Veränderung von Schärfe und Unschärfe (Schärfeverlagerung) ist ein probates Gestaltungsmittel in der monokularen Filmproduktion. Bei S3D wirkt die selektive Schärfe jedoch, übermäßig eingesetzt, entgegen der Tiefengestaltung. Eine höchstmögliche Schärfentiefe bietet dem Zuschauer ein natürliches Bild auf dem er mit dem Auge umherwandern kann. Bei geringer Schärfentiefe sollte der dramaturgisch wichtige Bereich innerhalb des Schärfetiefenbereichs liegen. Generell ist bei der Arbeit mit unterschiedlicher Schärfentiefe zu beachten, dass diese in beiden Bildern absolut identisch ist. Damit dies der Fall ist, müssen Blende und Brennweite einander entsprechen und der Focus auf dem gleichen Punkt liegen. Vorteil der AG-3DA1 ist, dass diese Einstellungen synchron für beide optischen Systeme in der Kamera ablaufen.

⁶⁶ Vgl. Film- und Kameramann 2011, S. 48

5.3 Bedeutung des Wiedergabeformats

Bei jeder S3D-Produktion ist es ein entscheidender Unterschied, ob für die Kino-Leinwand oder den TV-Bildschirm produziert wird. Die Größe der Leinwand hat einen direkten Einfluss auf stereoskopische Parameter und definiert maßgebend die maximal einsetzbare Parallaxe.⁶⁷ Aus diesen Angaben lassen sich wiederum die möglichen Stereobasen für den Dreh ableiten. Da nachträgliche Stereokorrekturen durch verschieben der beiden Halbbilder für das jeweils kleinere Format durchgeführt werden, ist es wichtig, zu wissen, welches Vorführformat in der Auswertungskette das größte ist. Bei der stereoskopischen Wiedergabe wirken Parallaxen von rund einem Winkelgrad⁶⁸ auf den Betrachter als angenehm. Grund dafür ist, dass der gesamte Vergleichsbereich des menschlichen Auges 1,5 Grad Sehwinkel, also 90 Winkelminuten, beträgt. Dieser Wert ist eine grundlegende Kenngröße in der Stereoskopie und sollte immer als Richtwert genommen werden.⁶⁹ Die Grenzen der visuellen Auffassungsgabe des Menschen liegen bei rund zwei Winkelgrad, was jedoch schon mehr Anstrengung kostet und deshalb nicht durchgängig eingesetzt werden sollte. Ein zu großer Winkelgrad kann dann sogar zu Divergenzen führen. 1-Grad Bildwinkel entspricht ungefähr drei Prozent der Bildbreite, ausgehend von einem genormten Betrachtungsabstand von der rund dreifachen Bildhöhe.⁷⁰

⁶⁷ Film & TV Kameramann 1/2011, S.66

⁶⁸ Da das Auge kugelförmig ist und schalenförmige Abbildungen erzeugt, eignen sich die Winkelmaße gut zur Abstandsbestimmung zwischen Punkten im Blickfeld der Augen. Diese Abstandsbestimmung lässt sich auch auf die Bestimmung der Disparitäten ableiten. 1Grad=60Winkelminuten=3600Winkelsekunden

⁶⁹ Tauer 2010, S. 23

⁷⁰ Film & TV Kameramann 1/2011, S.66

„Um den maximal zulässigen Winkel zwischen den Sehachsen nicht zu überschreiten, sollte die Parallaxe der beiden Bilder 2 bis 3% der Bildbreite nicht überschreiten.“

Daraus wird schnell ersichtlich, weshalb die Wiedergabegröße so entscheidend für die S3D-Aufnahme ist. Eine maximal zulässige Parallelstellung der Augen wird bei einer großen Kinoprojektion schneller erreicht als auf einen kleinen Produktionsmonitor am Set. Die untere Grafik wurde für die Panasonic AG-3DA1 erstellt und zeigt die Komfortzone in den drei unterschiedlichen Bildwinkeln.

„The depth of a 3D picture increases linearly with its 2D size. This creates a risk of diverging parallax on large screens.“⁷¹

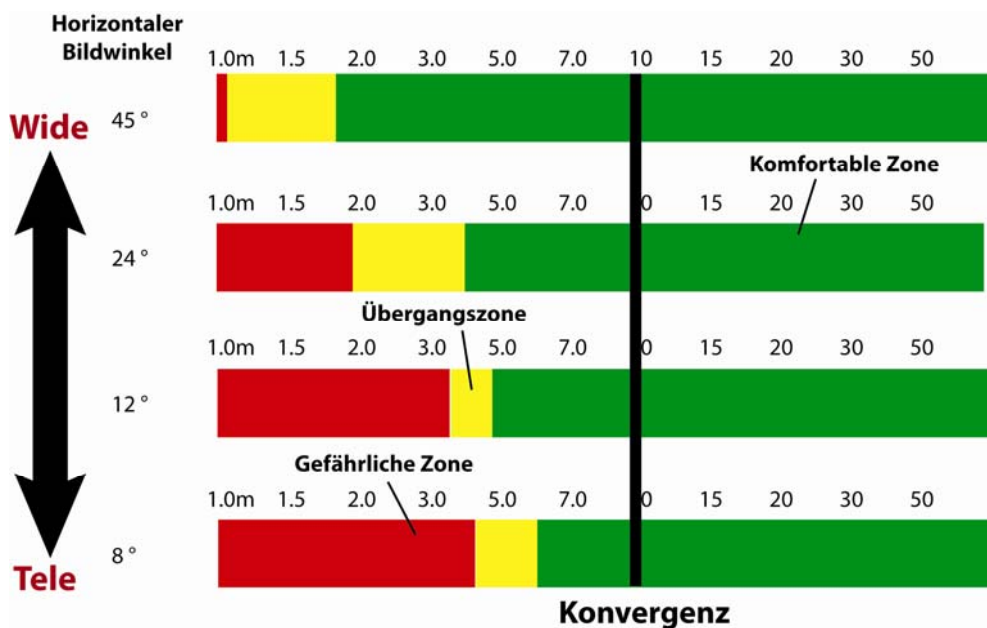


Abbildung 5.1: Komfortzone der Panasonic AG-3DA1

Quelle: Panasonic

⁷¹ Mendiburu 2009, S.76

5.4 Das 3D-Storyboard

Das Stereo-3D-Storyboard unterscheidet sich zum 2D-Storyboard bezüglich der dritten Dimension. Anhand der Bilder muss hier zu erkennen sein, auf welcher Tiefenebene sich Objekte befinden. Diese Kennzeichnung gibt einen Überblick zum ungefähren Tiefenumfang und erleichtert den Kameramann und Stereografen die Arbeit am Set enorm. Zudem können mögliche Probleme bezüglich der räumlichen Wirkung, Einstellungen oder Tiefenanschlüsse frühzeitig erkannt werden. Schon im Vorfeld sollte eine Tiefendramaturgie zu erkennen sein. Die Umsetzung eines solchen Storyboards kann auf verschiedenen Wegen realisiert werden.

Beispiele sind das Verwenden von unterschiedlichen Strichstärken oder Farben.⁷² So kann veranschaulicht werden, dass sich Objekte mit dicken Konturen vor, und Objekte mit dünnen Konturen hinter der Bildschirmenebene befinden. Bei der Farbgestaltung können kalte Farben wie blau den Hintergrund und warme Farben wie rot, den Vordergrund symbolisieren. Generell gilt, dass die Qualität eines Storyboards von entscheidender Bedeutung für die Produktion des S3D-Films ist. Je genauer es im Vorfeld Einstellungen, Tiefenanschlüsse und Handlungsabläufe darstellt, desto besser können sich die einzelnen Gewerke vorbereiten, um potentielle Fehler zu vermeiden.

⁷² Vgl. Mendiburu 2010, S.95



- Vordergrund
- **Nullebene**
- Hintergrund

Abbildung 5.2: Beispiel 3D-Storyboard

Quelle: Mendiburu 2009, S. 95

5.5 Verletzung des stereoskopischen Fensters

Unter dem stereoskopischen Fenster, oder auch Scheinfenster genannt, wird die Abbildung der Bildbegrenzung vom linken und rechten Halbbild im virtuellen Raum verstanden. Wie im Kapitel 2.2.2 bereits beschrieben, blickt der Zuschauer somit durch ein Fenster in die Szenerie. Beide Räume, Bild- und Zuschauerraum, werden durch die Wiedergabefläche, oder auch Nullebene, voneinander getrennt.⁷³

Wichtig im Vorfeld einer Produktion ist, zu wissen, dass Objekte, die vor der Nullebene und damit im Normalfall auch vor dem Stereofenster liegen, nicht die seitlichen Bildränder berühren dürfen. Sie werden sonst von diesen beschnitten, obwohl sie davor liegen. Es kommt zur Rahmenverletzung.⁷⁴

„Schon beim Betrachten beider Teilbilder ist dann zu erkennen, dass an problematischen Stellen ein negativer Versatz der Disparitäten entsteht und der Bildinhalt nicht deckungsgleich wird.“⁷⁵ Für den Betrachter erscheint in dieser Situation die Verdeckung als Tiefenhinweis stärker als die Stereopsis⁷⁶. Besonders stark kommt die Rahmenverletzung an den linken und rechten Bildseiten zum tragen, da die Tiefeninformation stereoskopischer Bilder im seitlichen Ver-

⁷³ Vgl. Peter Wimmer 2004, S.20

⁷⁴ Simon Sieverts, Treehouse, Cinec 2010, Präsentation „3D-Previsualisierung“

⁷⁵ Vgl. Tauer Stereo 3D 2010, S. 263

⁷⁶ Stereopsis: ermöglicht das Erkennen von „Davor“ und „Dahinter“

satz der Bildpunkte steckt. Im vertikalen Bereich sind größere Rahmenverletzungen möglich, ohne den Zuschauer merklich zu stören. Am unteren Bildbereich ist der Spielraum am größten, da diesem die wenigste Beachtung geschenkt wird.

5.5.1 Schwebefenster – Floating Window

Ein probates Mittel, um solche Rahmenverletzungen bis zu einem gewissen Grad zu korrigieren, ist das Schwebefenster. Das Stereofenster wird von der Nullebene, also der Abbildungsebene, entkoppelt und nach vorn gezogen. Es schwebt sozusagen im Zuschauerraum. Die Seitenlinien des Bildrahmens definieren das Stereofenster. Hier liegt der Ansatz für die Änderung des Fensters. Wird die rechte Seite des rechten Teilbildes beschnitten, steht das Stereofenster schräg im Zuschauerraum. Wird zusätzlich die linke Seite des linken Teilbildes beschnitten, wandert das Stereofenster komplett nach vorn. Umgekehrt wandert es entsprechend hinter die Nullebene. Das Stereofenster kann auch nur an der Seite nach vorn geholt werden, an der eine Rahmenverletzung stattfindet.⁷⁷

Anwendung

Durch die Einführung der Digitaltechnik kann der Einsatz des Schwebefensters in beliebige zeitliche und dynamische Variationen erfolgen. Die Beeinflussung ist dadurch einfach umzusetzen. Andere Möglichkeiten zuvor waren zum Beispiel die Verlagerung der gesamten Nullebene nach vorn. Alle Objekte liegen dann dahinter. Bei Bildern mit großen Disparitäten besteht dabei jedoch die Gefahr, dass es in den Fernbereichen zu Divergenzen kommen kann. Ein anderer Weg, um störende Randobjekte zu entfernen, ist das gleichzeitige Beschneiden der Bildränder des fertig ausgerichteten S3D-

⁷⁷ Vgl. Mendiburu 2009, S. 182 ff

Bildes. Nachteil hier ist aber, dass dies nur bei kleinen Bildbestandteilen funktioniert und das Bild durch Veränderung des Seitenverhältnisses skaliert werden muss.⁷⁸

Durch das Heranziehen des Schwebefensters weiter in den Zuschauerraum wirkt alles noch näher zum Zuschauer und Objekte scheinen vor der Leinwand zu schweben, obwohl sie hinter der Null-ebene liegen. Dies wird gern gemacht, um den Tiefenspielraum generell anzuheben.

Das Schwebefenster sollte jedoch nicht als generelles Konzept eingesetzt werden, um besagten Tiefenspielraum zu generieren, sondern bedachtsam, um dem Zuschauer nicht aufzufallen. Aufgrund der schwarzen Streifen am linken und rechten Bildrand können S3D-Bilder bei einigen Wiedergabeformen Probleme bereiten. Beim Polarisationsverfahren kann es an diesen Stellen zu leichten Geisterbildern kommen. Es gilt: Je größer die Korrekturstreifen sind, desto stärker fallen solche Probleme auf.⁷⁹

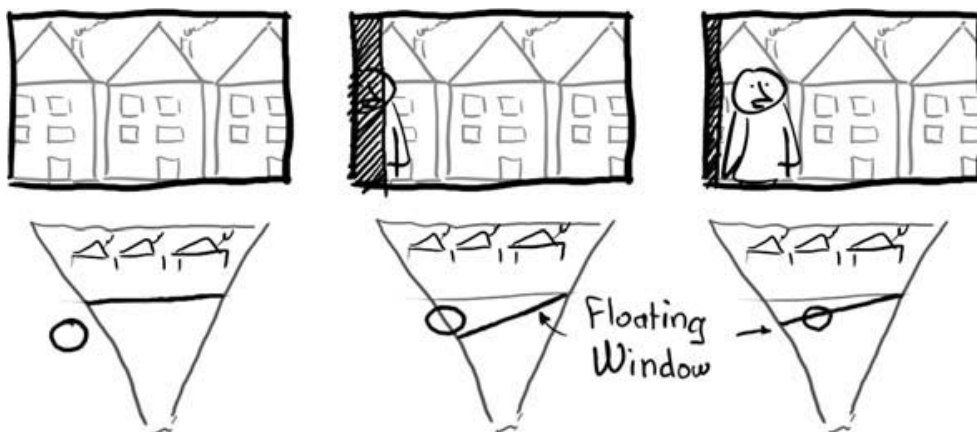


Abbildung 5.3: Floating Window – linke Seite nach vorn gezogen

Quelle: Mendiburu 2010, S. 185

⁷⁸ Vgl. Tauer Stereo 3D 2010, S.265

⁷⁹ Vgl. Simon Sieverts, Treehouse, Cinec 2010, Präsentation „3D-Previsualisierung“

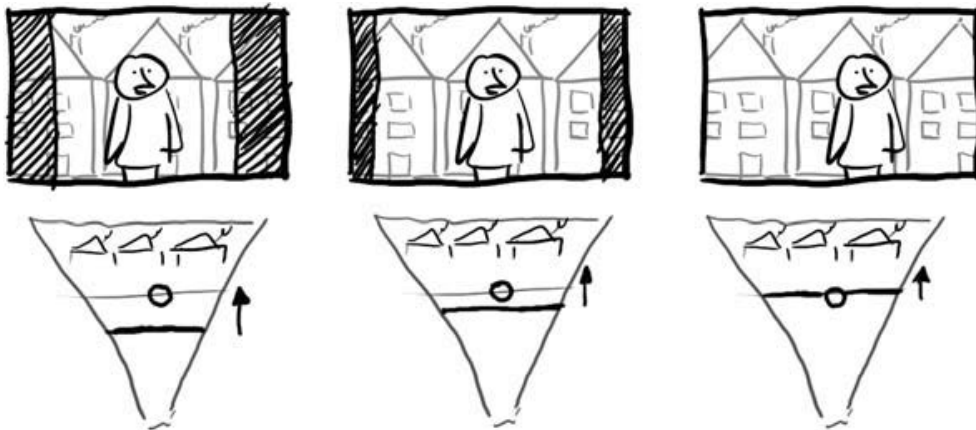


Abbildung 5.4: Floating Window – beide Seite nach vorn gezogen

Quelle: Mendiburu 2010, S. 185

Beispiele

Bei Close-Up-Aufnahmen kommt es sehr oft zu Rahmenverletzungen, da Objekte fast immer alle vier Seiten schneiden. Bei diesen Aufnahmen ist darauf zu achten, dass der linke und rechte, vor allem aber der obere Rand nicht geschnitten wird.



Abbildung 5.5: Rahmenverletzung beim Close-Up

Quelle: Mendiburu 2010, S. 97

Over-Shoulder-Aufnahmen, wie im unteren Bild zu sehen, mit der vorderen Person im Anschnitt, gern bei 2D angewendet, können bei S3D nur eingeschränkt realisiert werden. Die Silhouette des Zuhörers bricht immer den Rahmen an mindestens einer Seite des Fensters. Beide Personen müssen komplett ins Bild gebracht werden.



Abbildung 5.6: Rahmenverletzung beim Over-Shoulder

Quelle: Mendiburu 2010, S. 97

5.6 Technische Planung

Stereoskopische Filmaufnahmen bedeuten in der Regel einen enormen technischen Aufwand. Zum einen werden zwei komplette Kamerasysteme mit doppelt vorhandenen Optiken benötigt. Zum anderen ein Stereo-Rig, in das diese dann eingebaut werden. Dazu kommt komplexe Steuer- und Messtechnik für die synchrone Datenübermittlung. Auch im personellen Bereich bedeutet solch ein Dreh einen Mehraufwand im Vergleich zu einem normalen EB-Dreh. Bezogen auf die S3D-Produktion mit der AG-3DA1 kann wiederum auf einen Großteil der Technik wie auch Personal verzichtet werden. Je nach Art der Produktion ist ein unterschiedliches Maß an Technik nötig. Eines jedoch muss immer berücksichtigt werden: die Möglichkeit, das Bildmaterial am Set mit Hilfe von stereoskopischen Darstellungsverfahren zu sichten. Denn weder der Kameramann, über die Kamera, noch der Regisseur, auf einem „normalen Monitor“, können 3D schauen. Für die Panasonic wird ein S3D-Kontrollmonitor mit zwei HD-SDI Eingängen oder einem HDMI 1.4 Eingang benötigt.

Doch bevor eine genaue technische Planung erfolgen kann, muss sich mit den Anforderungen des jeweiligen 3D-Projektes auseinander gesetzt werden. Um welche Art von 3D-Produktion handelt es sich und wie erfolgt die Weiterverarbeitung? Wird am Set direkt Aufgezeichnet oder handelt es sich um eine 3D-Liveübertragung mit

eventuell mehreren Kameras. Letzteres trifft zum Beispiel für die Übertragung des Stereo-Bildes direkt vor Ort zu, wie beispielsweise ein Sportereignis oder eine Messe. Dafür wird 3D-fähige Zusatztechnik für die Weiterverarbeitung der zwei Bildsignale benötigt. Passend zum Kamerasystem AG-3DA1 bietet Panasonic in diesem Fall den Bildmischer AG-HMX100 an, der Ein- wie auch Ausgänge für „Links/Rechts“ hat und das Stereosignal weiter zu den Endgeräten geben kann. Diese wiederum können 3D-Monitore, 3D-Projektoren oder reine Recorder sein. Auf die genaue Konstellation eines On Set Monitoring/Recording Systems für solch ein Live-Event wird im Kapitel 6.5 genauer eingegangen.

5.7 Kompatibilität der MCS-Zusatztechnik

Um die Panasonic AG-3DA1 zu einem drehfertigen Aufbau zu erweitern, wird zusätzliche Technik benötigt. Für die Kamera selbst kann aufgrund ihres geringen Gewichtes ein normales Sachtler Video 15 Plus Stativ mit Fluidkopf verwendet werden. Der Durchmesser der Kopfschale bei diesem Stativ beträgt 100mm und ist dafür ausreichend. Über eine Leichtstütze, eingebaut zwischen Kamera und Stativplatte, können Alu-Rundprofile mit 15mm Durchmesser angebracht werden, die als Halterung für eine MatteBox dienen. Über ein solches System inklusive Filter verfügt die MCS. Konvergenz und Irisblende werden über denselben Drehregler gesteuert, der über einen Kippschalter das ein oder andere kontrolliert. Für ein besseres und schnelleres Handling empfiehlt sich deshalb eine Bebob-Remote anzubringen, die beide Parameter getrennt steuerbar hält. Beim Dreh kommt es bei fast jeder Einstellung zu Korrekturen beider Faktoren. Damit gerade die Konvergenz kontrolliert und der Tiefenumfang bewertet werden kann, wird der bereits oben angesprochene

3D-fähige Monitor benötigt. Streng genommen hängt die Größe des Monitors vom finalen Wiedergabeformat ab. Denn nur so kann garantiert das S3D-Bild genau bewertet werden. Da dies aber in der Praxis fast nie gegeben ist und Beweglichkeit gefordert ist, liegen die Größen der Monitore bei 15 Zoll. Ein solcher Monitor ist bei der MCS-Sachsen nicht verfügbar und müsste angeschafft werden. Produktionsmonitore der Firma Transvideo beispielsweise funktionieren über das aktive Shutter-Verfahren. Für den Kameramann und den Regisseur/Redakteur müssen jeweils Brillen eingeplant werden.

Um Aufnahmen mit „subjektiver Kamera“ zu erzeugen, sollte eine Schulterstütze verwendet werden, da das Drehen über den Handgriff an der Kamera zu instabil und dadurch der Einfluss auf Bewegungen zu unkontrolliert ist. Ein solches System müsste angeschafft werden. Um Kamerafahrten zu generieren, verfügt die MCS über einen „ABC Crane 120-9.0“, einen Key West Magic Dolly mit Schienen und einen Skater Mini von P+S Technik. Alle drei Systeme können ohne Probleme eingesetzt werden.

5.8 Fazit Preproduktion

Die Auseinandersetzung mit der Tiefenwirkung und der Gestaltung des Raums ist der wichtigste Grundbaustein bei einer S3D-Produktion. Sie beginnt bereits bei der Erstellung des Drehbuchs. Kann die Geschichte in S3D gedreht werden und wird dadurch ein gestalterischer Mehrwert geschaffen?

Eine gute inhaltliche aber auch technische Vorbereitung, beruhend auf einem ausführlichen Storyboard, erleichtert die spätere Produktion um vieles und kann Probleme im Vorfeld klären. Ein fundiertes Wissen darüber, wie S3D funktioniert, welche Erscheinungen auftreten und wie diese verhindert oder verstärkt werden können, ist für

den Kameramann unabdingbar. Die Organisation der Technik, um mit der AG-3DA1 zu produzieren, ist aufgrund ihrer Größe und Konfiguration, sehr überschaubar. Dies macht sich bei den Kosten im Vergleich zu komplexen Spiegel- oder Side-by-Side-Systemen stark bemerkbar.

Nach dem Motto: „Vor der Produktion ist nach der Produktion“ erfordert die Postproduktion die größte planerische Aufmerksamkeit. Hier können keine Unterschiede vom Aufwand, bezogen auf das Kamerasystem, gemacht werden. Lediglich bei der Konvertierung für den Schnitt kann es, je nach Ausgangsmaterial, zu Unterschieden kommen. Letztendlich jedoch müssen immer zwei Videodaten bearbeitet werden.

6 Produktion mit der Panasonic AG-3DA1

6.1 Aufnahmeverfahren

6.1.1 Kompaktkameras

Stereo-3D-Kompaktkameras bestehen aus nur einem Gehäuse, in dem Linsen, Kamerakopf und Aufnahme-Einheit untergebracht sind. Ein entscheidender Vorteil gegenüber anderen 3D-Systemen ist das geringe Gewicht und die damit verbundene Flexibilität. Wichtige Elemente in der Kamera, wie beispielsweise Linsensystem und Bildsensor kommen doppelt vor. Die Objektive sind in einem festen Abstand zueinander eingebaut, der meist dem der menschlichen Augen gleicht.⁸⁰ Dieser Abstand, die Stereobasis, ist jedoch bei vielen Geräten nur geringfügig oder gar nicht veränderbar. „Mit fester Konvergenz und Stereobasis im Normalbereich bilden Kompaktkameras den Raum ähnlich ab, wie er beim natürlichen Sehen empfunden wird.“ Somit schränkt sich der stereoskopische Bereich auf Distanzen von bis zu 20 Metern ein.⁸¹ Tiefeninformationen werden dann nur noch monoskopisch über Erscheinungen wie Verdeckung und Bewegungsparallaxe wahrgenommen. Dies ist ein erheblicher Nachteil für den stereoskopischen Effekt bei Übersichtstotalen oder Panoramaaufnahmen. Auch bei der Produktion für die „große Leinwand“, bei der die Stereobasis nach genauesten Parametern berechnet und angepasst wird, haben diese 3D-Kameras ebenfalls erhebliche Nachteile.⁸² Auf die einzelnen Parameter, insbesondere bei der Darstellung, wird im Verlauf der Arbeit genauer eingegangen.

⁸⁰ Vgl. Tauer 2010, S. 287

⁸¹ Vgl. Tauer 2010, S. 387

⁸² Vgl. <http://www.camgaroo.com/news/single/details/die-panasonic-ag-3da1-schweben-in-neuen-dimensionen/>

6.1.2 Side-by-Side

Das Side-by-Side-Rig, oder auch Parallel-Rig, ist die einfachste und am häufigsten eingesetzte Aufnahmevorrichtung bei 3D-Produktionen. Beide Kameras werden exakt nebeneinander auf ein Gestell montiert und lassen sich zueinander verschieben, wodurch eine Veränderung der Stereobasis möglich ist. Um konvergente Ausrichtungen vorzunehmen, werden beide Kameras zueinander eingedreht, sodass sich der Konvergenzpunkt verändert. Professionelle Rigs sind mit einer komplett motorisierten und programmierbaren Steuerung ausgestattet. Darüber lassen sich Parameter wie Stereobasis, Konvergenz, Fokus, Zoom und Blende beider Kameras automatisch kontrollieren, synchronisieren und steuern. Mit zuvor festgelegten Settings ist eine absolut synchrone Kontrolle beider Kameras möglich. Eine nachgeführte Stereobasis und Konvergenzverstellung kann somit auch während einer Aufnahme durchgeführt werden.⁸³ Im Allgemeinen können bei stereoskopischen Aufnahmen unterschiedliche Einstellungsgrößen gewählt werden. Je nach Veränderung der Stereobasis können somit Panorama- bis Makroaufnahmen realisiert werden. Ist die Stereobasis klein, kommt es zu einer stereoskopischen Nahaufnahme. Stehen beide Kameras weiter auseinander, entfernt sich der Nahpunkt. Um auch bei sehr weiten Aufnahmen noch einen dreidimensionalen Effekt zu erlangen, können die Kameras hin und wieder bis zu 1 Meter auseinander stehen.

Ein Großteil der heutigen professionellen Kameras ist aufgrund technischer und mechanischer Gegebenheiten wie Objektiv und Aufnahme-Einheit zu groß, um kleine Basisweiten auf einem Side-by-Side-Rig zu realisieren. Selbst das Erreichen der Normalbasis von 6,5cm (menschlicher Augenabstand) ist bei nur wenigen Geräten

⁸³ Vgl. www.stereotec.com / vgl. Bendiburu 2009, S.197 f

möglich. Diese Begebenheit schränkt das System in seiner Flexibilität am Set erheblich ein.

6.1.3 Spiegel-Rig

Das heutige Spiegel-Rig, wie es sich in der Praxis bewährt und durchgesetzt hat, besteht aus einem halbdurchlässigen Spiegel, zwei Kameras und einem Gestell, in dem alles fest eingebaut und miteinander verbunden ist. Beide Kameras sind exakt rechtwinklig zueinander angeordnet. Der halbdurchlässige Spiegel lässt ein Teil des einfallenden Lichtes zur dahinterliegenden Kamera durch. Der andere Teil wird zur zweiten Kamera gespiegelt weitergeleitet. Das Bild, das gespiegelt aufgezeichnet wird, muss anschließend in der Postproduktion wieder gespiegelt werden. Ein Nachteil bei einem Spiegel-Rig ist seine Größe, Gewicht und der Lichtverlust durch den Spiegel von etwa ein bis zwei Blenden. Jedoch ermöglicht ein Spiegel-Rig, im Gegensatz zum Side-by-Side Verfahren, flexible Basisweiten von Null Zentimeter aufwärts, was ein entscheidender Vorteil bei der s3D-Produktion ist. Die Steuerung von Stereobasis und Konvergenz kann manuell oder motorisiert erfolgen.

6.2 Der Stereograf

Bei S3D-Produktionen im größeren Umfang wird das Kameradepartment meist durch einen Stereografen verstärkt. Gerade bei der Arbeit mit komplexen und aufwendigen Stereo-Rigs ist dieser unbedingt nötig. Bei kleinen Produktionen, besonders bezogen auf die Panasonic AG-3DA1, übernimmt der Kameramann die Aufgaben des Stereografen. Auf dessen Aufgabenfeld wird nun genauer eingegangen.

Der Stereograf kann schon im Vorfeld anhand des Drehbuchs eine stereoskopische Dramaturgie entwickeln und einzelne Höhepunkte mit dem Gestaltungsmittel „Raum“ erstellen. Wichtig ist, dabei aber auch ein gesundes Mittelmaß zu finden, da in bestimmten Szenen eine hohe Tiefenausdehnung schnell störend für den Zuschauer sein kann. Schon im Vorfeld ist der Stereograf bei der Motivbesichtigung dabei und analysiert während der Wahl der Kameraeinstellungen die stereoskopischen Gegebenheiten. In Absprache mit dem Regisseur und DoP⁸⁴ gibt er Empfehlungen bezüglich der Stereobasis, Brennweite, Aufnahmedistanz, Kamerabewegungen, Licht und sonstiger stereoskopischer Kenngrößen. Er muss über den genauen Bewegungsablauf von Personen oder Objekten in einer Szene informiert werden. Oft müssen dann Kompromisse gefunden werden, damit stereoskopisch optimale Ergebnisse erzielt werden können. Das Ziel des Stereografen soll es sein, für die jeweilige Aufnahmesituation den größtmöglichen Tiefenspielraum aufzuzeichnen, und dabei trotzdem darauf zu achten, dass die Postproduktion viel Raum für die Bildbearbeitung bekommt. Über Tabellen und Programme ermittelt er die benötigten Werte. Mittlerweile gibt es mehrere Softwarehersteller, die einfache Programme für die Berechnung von Stereobasis, Brennweite und Entfernung anbieten. Professionelle Stereo-Rechnersoftware gibt es auch als App für Geräte wie das iPhone oder das iPad. Aufgrund seines Einflusses auf entscheidende Aufnahmeparameter steht der Stereograf während der Dreharbeiten im ständigen Kontakt mit dem Schärfeassistenten.

6.2.1 Kontrollmittel

Wie im vorherigen Absatz bereits erwähnt, nutzen viele Stereografen zur Parameter-Berechnung Stereo-Rechner. Die berechnete Paralla-

⁸⁴ Director of Photography

xe, also die Abweichung beider Bilder voneinander, wird am Set nicht als Winkelangabe, sondern als Prozentsatz zum Verhältnis der gedrehten Auflösung angegeben. Bei einem Dreh in Full-HD würde dann beispielsweise eine maximale positive Parallaxe von 2% einen Versatz von rund 40 Pixel auf der finalen Leinwand bedeuten.⁸⁵ Die Disparität beträgt +40, was bedeutet, dass die bezeichneten Punkte hinter der Nullebene liegen. Ist die Disparität -40, liegen sie hingegen vor der Nullebene, also eine negative Parallaxe.

Als ein gutes Hilfsmittel bei der Arbeit mit der AG-3DA1 empfiehlt sich, für diese Eckdaten eine Skala (Abb. 6.1) an dem LC-Display zu befestigen. So kann die Disparität im Mix-Modus schnell kontrolliert werden.



Abbildung 6.1: Hilfsmittel am LC-Display der AG-3DA1

Quelle: http://videocoalition.com/index.php/awilt/story/hands-on_with_the_panasonic_ag-3da1_s3d_camcorder/P1/

⁸⁵ 2% der Bildbreite von 1920 Bildpunkten

Mit einer eigens für die AG-3DA1 programmierten App⁸⁶ lassen sich Konvergenz, Parallaxe, Brennweite und Entfernungen in Abhängigkeit des größten Wiedergabeformates berechnen und kontrollieren.

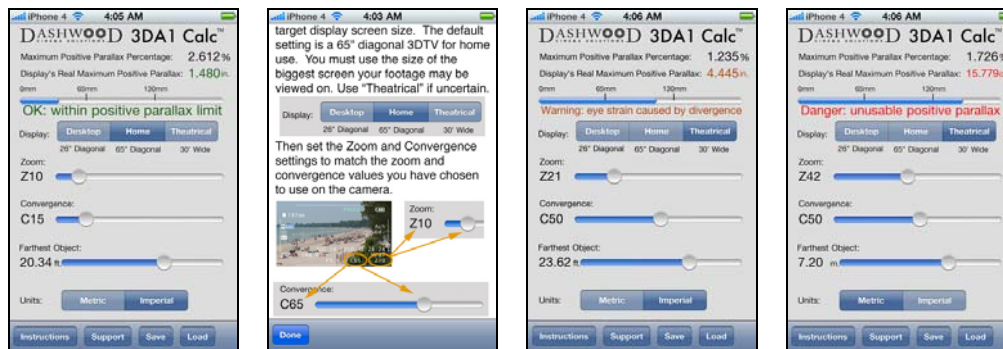


Abbildung 6.2: Dashwood 3DA1 Calc für das iPhone

Quelle: <http://www.dashwood3d.com/3DA1/3DA1calc.php>

Die visuelle Beurteilung am Stereo-Setup sollte jedoch auch immer am 3D-fähigen Kontrollmonitor erfolgen. Hier wird zwischen aktiven und passiven Darstellungsverfahren unterschieden. Durchgesetzt haben sich aber auch Anaglyph-Displays die nicht zur direkten stereoskopischen Betrachtung, sondern ohne Rot-Cyan-Brille als optische Referenz verwendet werden. Am zweifarbigem Display lassen sich direkt Parallaxenverschiebungen der beiden Halbbilder erkennen und einschätzen. Höhenversatz und Bildgrößenfehler der zwei Videosignale sind auf diesen Monitorsystem schnell und einfach visuell erkennbar. Bei der AG-3DA1 sind die zuletzt genannten Erscheinungen aufgrund des integrierten, synchron arbeitenden Zweilinsensystems nicht der Fall.⁸⁷

Komplexe stereo-3D-Analyseprogramme errechnen zusammengehörige homologe Punkte der beiden Teilbilder und ermitteln daraus die minimale und maximale Disparität. Daraus wird dann der Tiefenumfang des Bildes berechnet und der Kameramann oder Stereo-

⁸⁶ 3DA1 Calc von Dashwood

⁸⁷ Vgl. Tauer 2010, S. 257

graf kann die Parameter am Kamera-Rig anpassen. Über eine grafische Oberfläche kann erkannt werden, wo die Grenzen des Tiefenspielraums liegen und wo sich die Nullebene befindet. Stereobildanalyseprogramme derartiger Größe werden meist bei aufwändigen 3D-Produktionen angewendet.⁸⁸

6.3 Kameraausrichtung

Die exakte geometrische Justierung und Ausrichtung beider Kameras in einem Rig, immer in Abhängigkeit der jeweiligen Einstellung und beabsichtigten Tiefendarstellung, ist ein sehr komplexes Gebiet und beinhaltet viele wichtige Faktoren, die es zu berücksichtigen gilt. In Betracht dessen, dass der Schwerpunkt der Arbeit bei der AG-3DA1 liegt und hier nur bedingt auf stereoskopische Parameter Einfluss genommen werden kann, wird auf eine ausführliche Darstellung des Themas verzichtet und nur auf entscheidende Faktoren eingegangen, die auch bei der Panasonic zu beachten sind.

6.3.1 Brennweite

Die Wahl der Brennweite ist ein wichtiger Punkt bei der Wirkung eines S3D-Bildes. Beim 2D-Film eignen sich lange Brennweiten sehr gut, um Tiefenunterschiede zu erzählen. Vorder- und Hintergrund lassen sich somit separieren. Bei der stereoskopischen Umsetzung haben lange Brennweiten zu Folge, dass der sogenannte „Cardboarding-Effekt“ entsteht. Objekte oder Schauspieler sehen aus, als wären sie aus Pappe geschnitten. Sie wirken profillos und ohne eigene Rundheit. Die Szene entspricht nicht mehr der natürlichen Seherfahrung und wirkt künstlich. Es wird auch von einem Kulisseneffekt gesprochen. Weitwinklige Einstellungen hingegen reduzieren diesen Effekt, da sie den Raum nicht komprimieren sondern expandieren.

⁸⁸ Vgl. Tauer 2010, S. 347

Durch einen großen Bildwinkel haben solche Bilder mehr Vordergrund und stellen mehr Raum dar.⁸⁹

6.3.2 Konvergenz und Nullebene

Die Konvergenz definiert die Nullebene. Bei der Veränderung der Konvergenz wird also immer die Nullebene, und somit Objekte im Bild, nach vorn oder nach hinten verschoben.⁹⁰ Dies geschieht durch das Eindrehen der Kameras zueinander. Den menschlichen Augen beim Fixieren von nahen Objekten nachempfunden, konvergieren also die optischen Achsen beider Kameras. Ein großer Vorteil dabei ist, dass der Fixationspunkt festgelegt ist und somit eine horizontale Verschiebung später nicht mehr erfolgen muss. Jedoch kann es bei zu starker Konvergenzstellung zu perspektivischen Verzerrungen von Objekten und zu großen Verschiebungen zwischen Vorder- und Hintergrund kommen. Diese Art von perspektivischen Verzerrungen wird auch „Keysrone Effect“ genannt.⁹¹ Eine nachträgliche Justierung der Tiefenebene ist nur noch eingeschränkt möglich. Auf technischer Seite spielt zudem die Größe und Bauart des 3D-Kamera-Rigs eine entscheidende Rolle. Deshalb empfiehlt sich hier, als qualitativ beste Variante, das Drehen mit parallelen Kameras und einer anschließenden Nachkonvergenz in der Postproduktion. Hierbei werden dann beide Teilbilder horizontal zueinander verschoben und die Nullebene wird nachträglich festgelegt, die sogenannte Teilbildausrichtung. Hier muss durch den Bildüberschuss an den Seiten ein entstehender Verlust bei der Auflösung einkalkuliert werden. Bei absolut parallelen Kameras liegt die Nullebene im Unendlichen.

⁸⁹ Vgl. Schumacher 2009, S.128

⁹⁰ Vgl. Mandiburu 2009, S. 74 f

⁹¹ Vgl. Westermann 2009, S.19 f

Handelt es sich allerdings um „Live-Produktionen“, wird meist direkt konvergiert.⁹²

Wie im Absatz 3.3 bereits beschrieben, lässt sich der Konvergenzpunkt an der AG-3DA1 am Seitenrad, das auch für die Blende verwendet werden kann, einstellen. Dabei verdrehen sich die beiden optischen Systeme im Gehäuse zueinander. So liegt beim Wert C00 der nahste Konvergenzpunkt bei etwa 2 Metern Entfernung zur Kamera. Es ist die maximal größte Konvergenz. Um beide optischen Achsen in parallele Stellung zu bekommen, muss der Wert auf C99 gedreht werden.⁹³

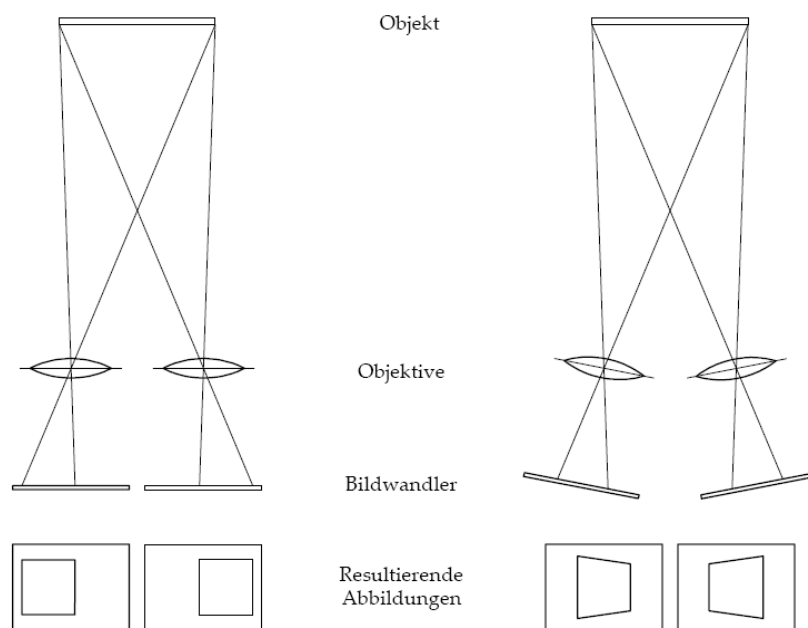


Abbildung 6.3: Parallele und konvergierte Kamerastellung

Quelle: Wimmer 2004, S.20

⁹² Vgl. Tauer 2010, S. 363 f

⁹³ Vgl. http://provideocoalition.com/index.php/awilt/story/hands-on_with_the_panasonic_ag-3da1_s3d_camcorder/P0/

Der Abstand von der Kamera zum Schnittpunkt beider optischen Achsen, die Ebene des Scheinfensters, ist die Scheinfensterweite. Nimmt der Konvergenzwinkel zu, rückt sie in den Vordergrund. Die parallaktische Verschiebung wird für Objekte hinter dem Scheinfenster positiv, für Objekte vor dem Scheinfenster negativ angegeben.⁹⁴

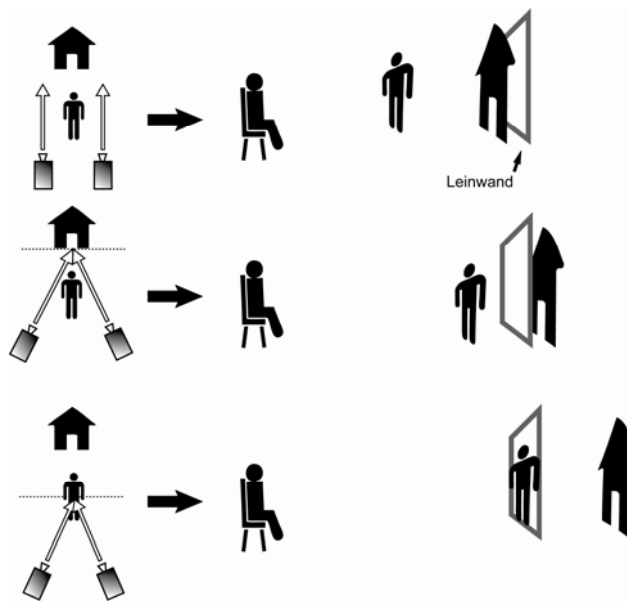


Abbildung 6.4: Konvergenz in den verschiedenen Einstellungen

Quelle: Mendiburu 2009, S. 75

6.3.3 Stereofaktor

Der Stereofaktor ist das Verhältnis der vom Betrachter im Stereobild wahrgenommenen Raumtiefe zur der originalen am Aufnahmeort und sagt aus, wie die Quelltiefe in die Zieltiefe übertragen wird. Ein Wert von 100 Prozent (Faktor 1) entspricht der gleichen Tiefenwiedergabe in Bild und Original. Ist der Wert kleiner, handelt es sich um eine Stauchung, ist er größer, um eine Expansion oder Dehnung. Er

⁹⁴ Peter Wimmer 2004, S.21

gibt Auskunft über die gleichmäßige Verzerrung der Tiefe, also deren Vergrößerung oder Verkleinerung im Bild.⁹⁵

SF > 1	lineare Expansion / Dehnung der Tiefe
SF = 1	Ortho-Stereo
SF < 1	lineare Kompression / Stauchung der Tiefe
SF = 0	monoskopisches Bild

Durch starkes Komprimieren oder Expandieren der Tiefe vor oder hinter der Nullebene kann die Tiefenausdehnung im Bezug auf den Stereofaktor nie linear betrachtet werden. Neben den Einflussgrößen wie Basis, Konvergenz, Aufnahmeabstand oder Brennweite hängt der Stereofaktor auch von der Bearbeitung und Wiedergabe ab. Entscheidend dabei sind die Teilbildausrichtung in der Postproduktion sowie die Projektionsgeometrie.

6.4 On-Set Recording mit der AG-3DA1

Die kamerainterne Speicherung erfolgt für beide Videosignale getrennt über zwei SDHC-Speicherkarten. Ein entscheidender Nachteil dabei ist die Komprimierung der Signale durch den AVCHD-Codec mit einer geringen Datenrate von 24Mbit/s und einer 4:2:0 Farbabtastung. Die 3D-Postproduktion stellt große Anforderungen an das Filmmaterial, da durch bestimmte Bearbeitungsprozesse sehr oft vergrößert und verschoben werden muss. So empfiehlt sich alternativ dazu die externe Aufzeichnung beispielsweise über einen „nano-Flash 3D Recorder Bausatz“. Bei diesem Set handelt es sich um zwei einzelne Aufnahmegeräte der Firma nanoFlash, die jeweils das Bild-

⁹⁵ Vgl. Tauer 2010, S. 376

signal für links und rechts auf Compact Flash Speicherkarten⁹⁶ aufzeichnen und wahlweise multiplexed⁹⁷ abspielen können.

Das nanoFlash-Gerät einzeln betrachtet hat eine HD-SDI-Schnittstelle, angesteuert über BNC-Anschluss, und eine HDMI-Schnittstelle. Beide sind jeweils als In und Out vorhanden. Da die Panasonic AG-3DA1 nur einen HDMI Ausgang besitzt, werden beide Videosignale, Audio inklusive, über die HD-SDI-Outs abgegriffen. Auf die HDMI-Funktion wird am nanoFlash nicht weiter eingegangen.

Das Gerät hat zwei Einschübe für die CF-Speicherkarten. Die Aufzeichnung kann mit unterschiedlichen Formaten jedoch nur im MPEG2-Codec erfolgen. Hervorzuheben ist, dass im I-Frame only⁹⁸ Modus die Aufzeichnung mit einer Datenrate von bis zu 280Mbit/s möglich ist, hierfür aber die besonders leistungsfähigen CF-Karten wie „SanDisk Extreme“ und „Extreme Pro“ erforderlich sind. Sie unterstützen alle Bitraten. Klarer Vorteil im Vergleich zu den SDHC-Speicherkarten, die mit einer 4-Bit-Busstruktur arbeiten, ist die Geschwindigkeit. Mit einer 16-Bit-Datenleitung geben die CF-Karten die Möglichkeit für einen höheren Datendurchsatz.

Manufacturer	Write Speed	Read Speed	Max Allowed Bit-Rate
PhotoFast 533X 64GB	380 Mbps	800 Mbps	220 Mbps
Delkin 420X 64GB	500 Mbps	500 Mbps	220 Mbps
SanDisk Extreme 32GB	480 Mbps	480 Mbps	280 Mbps
SanDisk Extreme Pro 64GB	720 Mbps	720 Mbps	280 Mbps

Quelle: Convergent Design Inc. 2010

Der hochwertige MPEG2-Codec von Sony unterstützt mit einer Long-GOP-Struktur Datenraten bis zu 180Mbit/s und im I-Frame-

⁹⁶ Elektronisches Speicherbauteil ohne bewegliche Elemente, Datenraten bis zu 320 Mbit/s

⁹⁷ Beide Video-Streams werden zeitgleich übereinander abgespielt

⁹⁸ jeder Frame wird einzeln und unabhängig komprimiert, GOP=1

only Modus sogar 280Mbit/s. Dieser Codec komprimiert mit einer Farbabtastung von 4:2:2 und nimmt auch kein sub-sampling⁹⁹ vor, sondern verarbeitet die vollen 1920 Zeilen.¹⁰⁰ Der MPEG2-Codec ist bekannt dafür, bei geringen Datenraten von 50Mbit/s Bewegungsfakten zu erzeugen. Deshalb empfiehlt sich generell die Wahl einer hohen Datenrate von über 100Mbit/s.¹⁰¹

Bei der 3D-Aufzeichnung mit nanoFlash-3D sollte der MPEG2-Codec immer mit I-Frame-only-Struktur verwendet werden. Grund dafür ist zum einen die höhere Datenrate, zum anderen, und dies ist noch entscheidender, der Aufbau dieses Codecs im Vergleich zum Long-GOP-Modus. Bei I-Frame-only wird gewährleistet, dass jedes Bild der beiden Videosignale in gleicher Art und Weise komprimiert wird. Zudem ergeben sich Vorteile bei der Postproduktion (siehe unten) und es wird am wenigsten komprimiert. Fehler wirken sich bei der Aufzeichnung und Übertragung weniger stark aus.

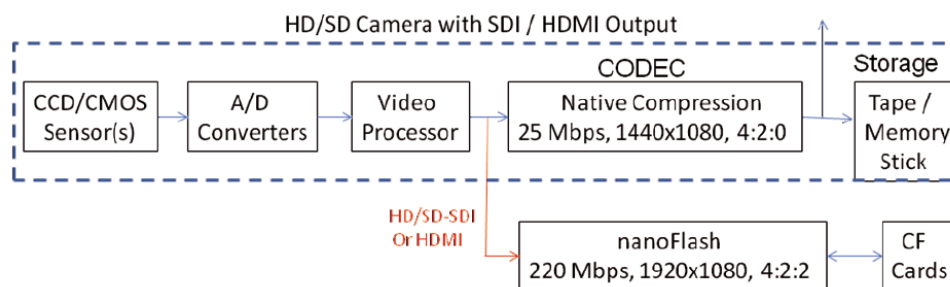


Abbildung 6.5: Signalverarbeitung mit nanoFlash 3D

Quelle: Convergent Design Inc. 2010

⁹⁹ Unterabtastung: Verringerung der Pixelzahl zur Reduzierung der Datenmenge vor Übertragung oder Aufzeichnung.

¹⁰⁰ Vgl. nanoFlash Comprehensive FAQs and User Guide, S. 4

¹⁰¹ Vgl. Convergent Design Inc. 2010, S.14 ff

Als File-Formate werden MOV (Quicktime), MXF und MPG unterstützt. Alle drei sind Containerformate die verschiedene Videodatenreduktionsformate beinhalten können. Die im Broadcastbereich am weitesten verbreiteten MXF-Standards werden von Sony, Panasonic und AVID eingesetzt. Alle drei Hersteller bestimmen die gesamte Produktionskette der MCS-Sachsen. Besonders die Postproduktion, bei der MCS ausgelegt auf AVID, spielt bei der Wahl des Containerformates eine wichtige Rolle. So sollte bei Verwendung des nanoFlash 3D Recorders das MXF-Format gewählt werden. Die Audioübertragung zum nanoFlash erfolgt mit „Embedded Audio“¹⁰² im SDI-Signal und wird im unkomprimierten Format PCM 24-Bit 48K¹⁰³ aufgezeichnet.¹⁰⁴

Wichtig: Generell gilt, das vor der stereoskopischen Bearbeitung das Material mit MetaFuze, ein Konvertierungsprogramm von AVID, in einen Avid DNX-HD Codec transcodiert werden muss. Auf den Workflow in der Postproduktion wird im Kapitel 6 genauer eingegangen.

Für die Aufzeichnung im 3D-Betrieb mit der AG-3DA1 werden beide Recorder mittels Montageplatte aneinander gebracht. Wichtig sind nun die Bezeichnungen beider Geräte und deren identische Einstellungen im Menü. So muss eines der beiden Geräte der „Master“ für links, und eines der „Slave“ für rechts sein. Die Kennzeichnung der Kabel und Eingänge ist wichtig, um Verwechslungen beim Dreh zu vermeiden. Beide nanoFlash-Recorder bekommen von der Kamera bereits synchrone Videosignale. Mit einer speziellen Fernbedienung

¹⁰² Eingebetteter Ton im Datenstrom eines SDI-Signals

¹⁰³ PCM: Pulsmodulation, Bezeichnung für ein nicht datenreduziertes digitales Audiosignal

¹⁰⁴ Vgl. Convergent Design Inc. 2010

lässt sich die Aufnahme bei beiden Geräten gleichzeitig starten und stoppen. Dazu müssen beide Geräte über das Remote-Kabel miteinander verbunden sein. Für die pixelgenaue synchrone Wiedergabe beider Videosignale gleichzeitig über ein HD-SDI-Kabel muss der Slave am HDMI-Out mit dem Master am HDMI-In angeschlossen werden. Dieser gibt dann wiederum am SDI-Out das S3D-Bild an ein Wiedergabegerät weiter. Dabei wird einer der beiden Übertragungs-Standards „Side by Side“ oder „Line by Line“ angewendet. Bei beiden Verfahren werden die Bilder jeweils nur in halber Auflösung übertragen. Es funktioniert aber auch eine getrennte Ausgabe für jedes Gerät einzeln in ein externes Gerät, sodass die volle HD-Auflösung beider Videos vorhanden ist. Das System kostet rund 7000,-Euro und müsste bei der MCS angeschafft werden. Ein anderes Gerät für die synchrone Aufzeichnung von zwei Videosignalen ist beispielsweise der SRW-1 Portable Digital Recorder von Sony.

Aufzeichnungsformate

Bit Rate Mbps	Codec	Audio Format	Color Sampling	Raster	Kommentar
100/140/180/20/280	I-Frame	PCM 24-Bit 48K	4:2:2	1920x1080/ 1280x720p	
50/100/140/180	Long-GOP	PCM 24-Bit 48K	4:2:2	1920x1080/ 1280x720p	XDCAM 422
35	Long-GOP	PCM 24-Bit 48K	4:2:0	1920x1080/ 1280x720p	XDCAM EX
18	Long-GOP	PCM 24-Bit 48K	4:2:0	1920x1080/ 1280x720p	Proxy
50	I-Frame	PCM 24-Bit 48K	4:2:2	720x486i	IMX 50
50	I-Frame	PCM 24-Bit 48K	4:2:2	720x576i	IMX 50

Quelle: Convergent Design Inc. 2010

MPEG Bit-Raten

Bit Rate Mbps	Codec	Audio Format	Color Sampling	Raster	Kommentar
35/25/19	Long-GOP	MPEG2-Layer 1 384 Kbps	4:2:0	1920x1080/ 1280x720p	Blu-Ray
5,6,7,8,9	Long-GOP	MPEG2-Layer 1 384 Kbps	4:2:0	720x486i	SD-DVD
5,6,7,8,9	Long-GOP	MPEG2-Layer 1 384 Kbps	4:2:0	720x576i	SD-DVD

Quelle: Convergent Design Inc. 2010

6.5 On Set Monitoring mit der AG-3DA1

Beim Monitoring am Set gibt es mehrere Möglichkeiten für ein Setup. Der einfachste Aufbau ist die direkte Verbindung von Kamera und Produktionsmonitor über beide HD-SDI Ausgänge oder dem HDMI Ausgang. Das HDMI-Signal kann beispielsweise auch einen 3DTV-Monitor bespielen. Wird extern mit einem Nano3D-Kit aufgezeichnet, können die beiden Geräte wiederum die jeweiligen Signale für links und rechts in voller HD-Auflösung mit 10-bit weiter an einen HD-SDI Multiplexer geben. Beim Multiplex-Verfahren werden beide Videoströme zu einem zusammengefasst. Der 3D-Video-Multiplexer vereint also die zwei HD-SDI Videosignale zu einem Multiplexsignal, dass wiederum mit dem gewünschten 3D-Übertragungsformat Side-by-Side, Over-and-Under, Line-by-Line oder Frame Sequential über HDMI 1.4a und HD-SDI zum Monitoring ausgegeben wird. Dabei werden dann aktive Displays, die mit Shutter-Brille arbeiten, oder passive Displays, die mit Polarisations-Verfahren arbeiten, bespielt. Handelt es sich um eine Live-Übertragung der Stereo-3D-Signale, bieten sich die 3D-Mix-Verfahren Side-by-Side oder Over-and-Under über nur einen SDI-Stream als kostengünstige Lösung an. Allerdings halbieren diese

Verfahren die horizontale oder vertikale Auflösung auf jedem Auge. Zwei Hersteller für professionelle 3D-Video-Multiplexer sind AJA mit dem „Hi5 3D“ und Inition mit dem „StereoBrain-Processor“. Die folgende Abbildung zeigt eine mögliche Verbindungsstruktur der Geräte mit dem jeweiligen 3D-Übertragungsformat.

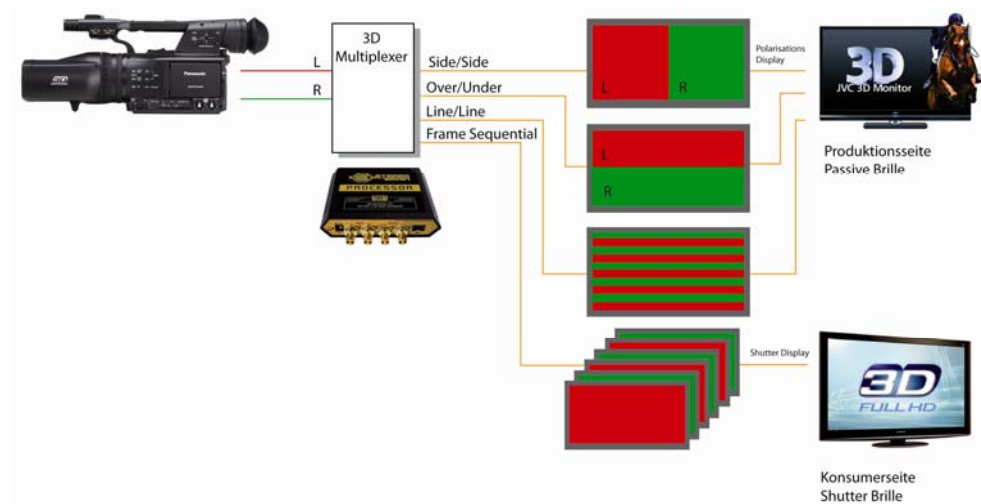


Abbildung 6.6: 3D Live – Signale & Monitoring

Quelle: Film TV Video 03/2010, S.34

Als günstigere Variante mit rund 400,- Euro wird nun die Funktionsweise des AJA Hi5-3D kurz analysiert. Das Gerät ist in der Lage, zwei Videoströme von 3G-SDI, HD-SDI und SDI (Dual Link) zu einem HDMI und HD-SDI zu konvertieren. Der Ton kommt vom nano3D über „Embedded Audio“ im SDI-Signal in den Multiplexer und wird im gleichen Verfahren am SDI-Ausgang wieder ausgegeben. Zusätzlich wird der digitale Ton durch einen internen D/A-Wandler als analoger Ton auf zwei Kanälen zur Verfügung gestellt.

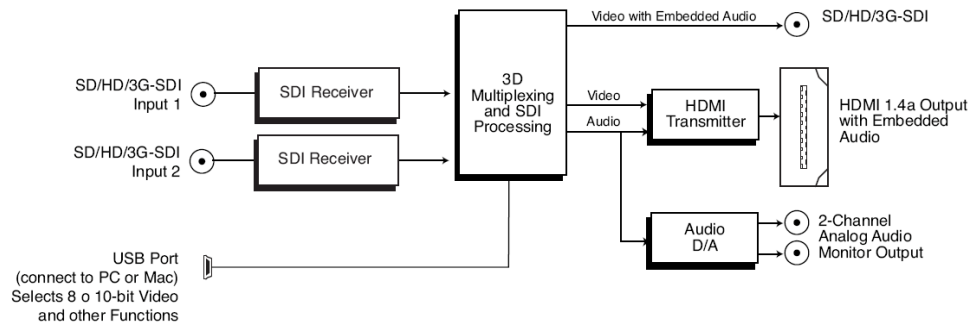


Abbildung 6.7: Hi5-3D Converter, vereinfachtes Blockschaltbild

Quelle: AJA Hi5-3D Installation Guide 2010, S. 3

Über einen USB-Anschluss kann das Gerät mit Hilfe von spezieller Software des Herstellers am PC konfiguriert werden. Das bedeutet vereinfacht, dass so festgelegt werden kann, welche Signal-Form am Eingang zu erwarten ist, und welches Signal mit welchen 3D-Format am Ausgang ausgegeben werden soll. Die 3D-Formate werden im Kapitel 8.1 genauer betrachtet.¹⁰⁵

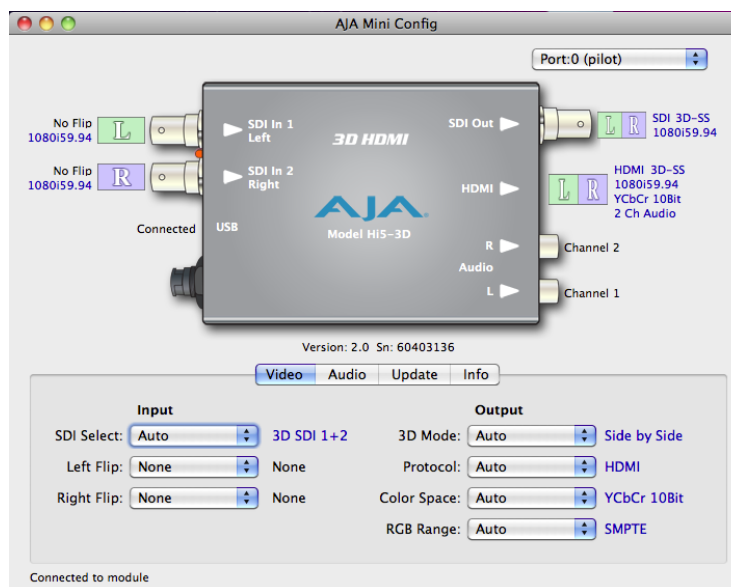


Abbildung 6.8: Konfiguration AJA Hi5-3D

Quelle: AJA Hi5-3D Installation Guide 2010, S. 9

¹⁰⁵ Vgl. AJA Video Systems Inc. 2011, Installation Guide 2010

7 Postproduktion

Das folgende Kapitel analysiert den möglichen 3D-Workflow in der Postproduktion der MCS-Sachsen und beschreibt den gesamten Ablauf in der Verarbeitungskette von der Transcodierung des Materials für den Schnitt über gestalterische Aspekte bis hin zum Finishing. Anhand der Testaufnahmen mit der AG-3DA1 wird an einem konkreten Beispiel der Ablauf am Media Composer beschrieben. Die gesamten Verarbeitungsschritte beziehen sich dabei auf den AVID 3D-Workflow.

7.1 Kompatibilität mit S3D

Das gesamte Postproduktionssystem der MCS ist auf AVID ausgelegt. Es gibt verschiedene Schnittsysteme, die zunächst verglichen und auf ihre S3D-Kompatibilität geprüft werden müssen. Der Schnittplatz in der Edit Suite 8 ist mit einem Boot-System bestehend aus AVID Symphony 3.5 und AVID DS 10.1.1 ausgestattet. Dies wurde als System für Offline-Schnitt und Online-Finishing auf den Markt gebracht. In dieser Konstellation ist es heute jedoch nicht mehr verfügbar.¹⁰⁶ AVID DS als System wird heute nur noch mit dem Media Composer im Verbund angeboten. Ab den Versionen AVID Symphony 3.5 und der Media Composer 3.5 wird die Möglichkeit geboten, S3D eingeschränkt zu bearbeiten. Beim aktuellen Schnittsystem in der Edit Suite 8 kann somit nur am Symphony S3D geschnitten werden, da bei AVID DS die 3D-Funktion erst ab Version 10.3 vorhanden ist. Auch das Konvertierungsprogramm MetaFuze (Absatz 7.3), Grundlage für die stereoskopische Weiterverarbeitung bei AVID, wurde beginnend mit DS 10.3 eingebunden. Bei der Edit

¹⁰⁶ Vgl. Mario Wolf, AVID Support Video Data, Telefonat am 07.07.2011

Suite 8 müsste folglich eine neuere Version aufgesetzt werden, wenn 3D-Material mit AVID DS geschnitten werden soll. Dies würde einen Umbau des kompletten Systems bedeuten, da die Hardware-Umgebung dann ebenfalls erneuert werden muss.

So steht generell die Frage im Raum, welches System für den S3D-Workflow bei der MCS eingesetzt wird und welcher Aufwand sich technisch aber auch finanziell rechtfertigen lässt. Dazu kommt der qualitative Anspruch an das Resultat, da die Schnittsysteme in ihren Spezifikationen unterschiedlich arbeiten.

AVID DS 10.5

AVID bietet mit der neusten Version DS 10.5 im Komplettsystem eine High-End Finishing-Lösung inklusive Media Composer 5 an. Mit diesem System sind umfangreiche stereoskopische Bearbeitungen möglich. 3D-Projekte, die im Media Composer geschnitten wurden, können in den DS verschoben und im Online-Schnitt finalisiert werden. Dabei ist das Editieren in Echtzeit bei voller Auflösung möglich. Ein qualitatives Argument bei der Wahl des Schnittsystems für den AVID DS ist die Möglichkeit, im Schnitt Änderungen der beiden Teilbilder vorzunehmen. Die Konvergenz lässt sich nachträglich ändern. Es können also auch Aufnahmen bearbeitet werden, die parallel aufgenommen wurden, um in der Post eine gezielte Teilbildausrichtung vorzunehmen. Dafür bietet der DS mehrere 3D-Konvergenztools an.¹⁰⁷

AVID Media Composer und AVID Symphony

Eine Alternative zum Umbau der Edit Suite 8 wäre entweder die Arbeit mit AVID Symphony oder dem Media Composer. Mit beiden Sys-

¹⁰⁷ Vgl. Avid Technology, Inc.: Avid DS

temen wurde schon sehr früh eine hybride Umgebung geschaffen, bei der zweidimensional geschnitten und extern dreidimensional betrachtet werden kann. Ein entscheidender Nachteil bei der Arbeit mit S3D bei beiden Systemen ist, dass sie stereoskopisches Material laden, verarbeiten und wiedergeben können, ein direkter Einfluss auf Konvergenz oder andere stereoskopische Parameter jedoch nicht mehr möglich ist. Die beiden Teilbilder können nicht mehr ausgerichtet werden. Es ist nur ein 2D-Schnitt möglich.¹⁰⁸ Alle stereoskopischen Parameter müssen schon beim Dreh beachtet werden. Dies stellt schon im Vorfeld hohe Anforderungen an ein gutes 3D-Storyboard. Auf die genaue Darstellung des 3D-Materials im Media Composer wird anhand des Beispiels eingegangen.¹⁰⁹

*Die generelle Idee von AVID beim S3D-Editing: Der Cutter schneidet im Schnittsystem in zweidimensionaler Umgebung, während der Kunde auf einem externen Monitor das Stereo-3D Bild zu sehen bekommt. Der Cutter muss also keine 8-10 Stunden mit einer Brille vor dem Monitor sitzen und ununterbrochen ein stereoskopisches Bild sehen. Diese Situation würde schnell anstrengend für ihn werden. Er kann das Bild prüfen, wann immer er möchte.*¹¹⁰

Stereo 3D-Finishing Systeme

Workstations und Programme wie Quantel Pablo, Iridas SpeedGrade, Assimilate Scratch und ifx Pranha sind voll ausgestattete Stereo-3D-Arbeitsplätze, die neben professionellen Farbkorrekturen auch umfangreiche Eingriffe in die Disparität der Teilbilder erlauben. Tracking, Keying und andere Techniken in Echtzeit bei nativer Bearbei-

¹⁰⁸ Mario Wolf, AVID Support Video Data, Telefonat am 07.07.2011

¹⁰⁹ Vgl. www.avid.com/stereo3D

¹¹⁰ Vgl. Stereoscopic 3D Editing & Finishing AVID Technology 2009

tung sind Bestandteil dieser Systeme. Die Vorschau der Ergebnisse lässt sich in der Regel über 3D-fähige Monitore, im System integriert, ansehen.¹¹¹

7.2 Vorbereitung Offline-Schnitt

Der Offline-Schnitt beim NLE¹¹² ist allgemein ein Schnittverfahren, bei dem nicht mit dem Originalmaterial geschnitten wird, sondern mit komprimiertem Bildmaterial als Referenz. Bei der Fertigstellung wird dann durch einen Batch-Prozess auf das Originalmaterial zurück verlinkt. Die Schnittsysteme von AVID wie der Media Composer 5 oder AVID DS 10.5 unterstützen zwar die native¹¹³ Bearbeitung, doch werden durch den Offline-Schnitt Speicherressourcen geschont und lange Renderzeiten vermieden. Das Videomaterial wird zunächst über herkömmliche Schnittstellen am Computer auf separate Speichermedien eingelesen. Für SDHC- oder CF-Speicherkarten muss ein entsprechendes Lesegerät vorhanden sein. Wichtig beim Kopiervorgang ist die strikte Trennung durch ein Ordnersystem und die genaue Bezeichnung der einzelnen Clips. Bei der späteren Weiterverarbeitung mit MetaFuze wird dies die Arbeit erleichtern.¹¹⁴

Ein Offline-Schnitt mit komprimiertem Material macht immer nur dann Sinn, wenn das Ausgangsmaterial hohe Datenraten aufweist und dadurch viel Speicher belegt wird, oder ein anschließendes aufwändiges Grading und Finishing ansteht. Liegt das Material jedoch im AVCHD-Codec mit 24 Mbit/s vor, muss überlegt werden, ob dieser Workflow sinnvoll ist. So kann gleich zu Beginn mit einem hoch-

¹¹¹ Vgl. Tauer 2010, S. 260

¹¹² Nonlinear Editing

¹¹³ unkomprimiert

¹¹⁴ Vgl. Grimm 2010, S. 60 f

wertigen AVID DNxHD Codec mit 175Mbit/s und 10-Bit transcodiert werden. S3D-Material vom Nano3D mit einem MPEG-2-Codec und Datenraten bis zu 280Mbit/s macht ein Offline-Schnitt jedoch absolut Sinn.

*Für den S3D-Workflow von AVID gilt generell, dass beide Videosignale, egal in welchem Format und mit welchen Codec angeliefert, immer mit Hilfe von MetaFuze in AVID DNxHD konvertiert werden müssen.*¹¹⁵

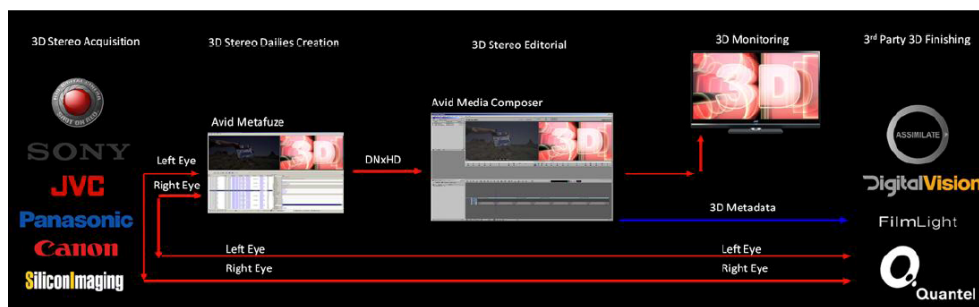


Abbildung 7.1: AVID Stereo-3D Workflow

7.3 Testaufnahmen mit der Panasonic AG-3DA1

Zu Testzwecken wurden bei der MCS Aufnahmen mit der AG-3DA1 generiert. Die Aufzeichnung erfolgte intern auf die SDHC-Speicherkarten unter Verwendung des AVCHD-Codexs. Die nächsten Schritte erläutern den Verarbeitungsprozess mit MetaFuze und AVID Media Composer. Da der S3D-Workflow im Media Composer analog zu dem im AVID Symphony zu sehen ist, kann das Vorgehen, wie es im Folgenden beschrieben wird, eins zu eins auch an der Edit Suite 8 angewendet werden.

¹¹⁵ Mario Wolf, AVID Support Video Data, Telefonat am 07.07.2011

7.3.1 Transcodierung von AVCHD mit MetaFuze

MetaFuze ist ein kostenloses Konvertierungsprogramm von AVID, dass Bildmaterial in AVID DNxHD codierte MXF-Dateien transcodiert. Unterstützt werden dabei R3D-, DPX-, TIFF-, ARI-, Quicktime- aber vor allem S3D-Dateien. Der Codec zeichnet sich durch eine gute Bildqualität aus, benötigt relativ wenig Speicherkapazität und existiert in verschiedenen Qualitätsstufen. Da in dem Quellmaterial der Ton enthalten ist, wird dieser bei der Umwandlung mit eingebunden. MetaFuze behält die Metadaten des Ausgangsmaterials und erlaubt es, neue hinzuzufügen. Wichtig bei der Erstellung der Ordnerstruktur auf dem Speichermedium für das S3D-Material ist, dass sich in einem Oberordner zwei Unterordner für das jeweilige Videomaterial links und rechts befinden. Eine klare Trennung und Benennung der Ordner und Dateien ist für besseres Management unbedingt notwendig. Über die Funktion „Scan folders“ besteht dann die Möglichkeit, zum Zielpfad zu navigieren. Dabei werden keine einzelnen Video-Clips zum Auftrag hinzugefügt, sondern es wird der gesamte Oberordner ausgewählt.¹¹⁶

Nach dem Scan besteht nun die Möglichkeit, auf bestehende Metadaten Einfluss zu nehmen und weitere hinzuzufügen. Über die Transcode-Einstellungen wird dem Material das 3D-Format, Seitenverhältnis, Kompressionsformat und das Zielverzeichnis zugewiesen. MetaFuze bietet die 3D-Formate Interlaced, Side-by-Side, Over/Under und Anaglyphic an. Bei der Umwandlung für Media Composer ist es wichtig, nur Interlaced, Side-by-Side oder Over/Under zu wählen, da diese kompatibel sind. Für den Offline-Schnitt wird die Transcodierung in den AVID DNxHD 36-Codec mit

¹¹⁶ Vgl. Stereoscopic 3D Editing & Finishing AVID Technology 2009, S.9 f

einer Datenrate von 36 Mbit/s empfohlen. Nach der Transcodierung fügt MetaFuze eine ALE-Datei¹¹⁷ dem MXF Metadaten-Set hinzu. Die neu transcodierten Dateien liegen im Zielverzeichnis als .mxf, bei der nun jede einzelne Datei aus zwei Videodaten-Strömen besteht. Beim Anlegen eines neuen Projektes im Media Composer oder Synphony müssen die dieselben Einstellungen wie bei der Transcodierung vorgenommen werden. Die exportierte ALE-Datei wird nun in den Media Composer geladen, wodurch alle transcodierten Clips importiert werden.¹¹⁸

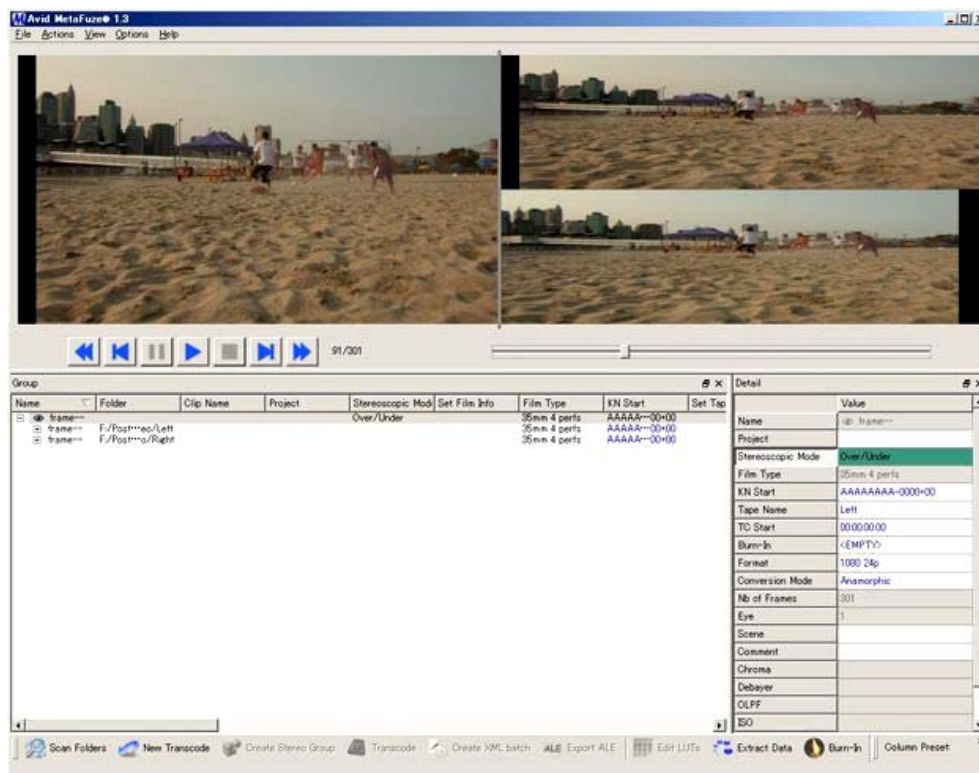


Abbildung 7.2: Benutzeroberfläche von MetaFuze

Quelle: <http://www.pronews.jp/m/e/0907081103.php>

¹¹⁷ ALE (Avid Log Exchange): Eine ALE-Datei ist ein von AVID entwickeltes Transferprotokoll, um ausgewählte Clips eines Speichermediums, in ein Schnittsystem einzuladen.

¹¹⁸ Vgl. Stereoscopic 3D Editing & Finishing AVID Technology 2009, S.9 f

Zur Kontrolle der Einstellungen für das S3D-Monitoring beim Schnitt empfiehlt es sich, eine Referenzdatei für jede der drei Darstellungsformen als eine Art 3D-Testbild im AVID zu generieren. AVID bietet vorgefertigte Referenzbilder an, auf denen die Anordnung der beiden Teilbilder entsprechend der Darstellungsform zu sehen ist. Im Programm muss das entsprechende 3D-Ausgabeformat eingestellt werden.¹¹⁹

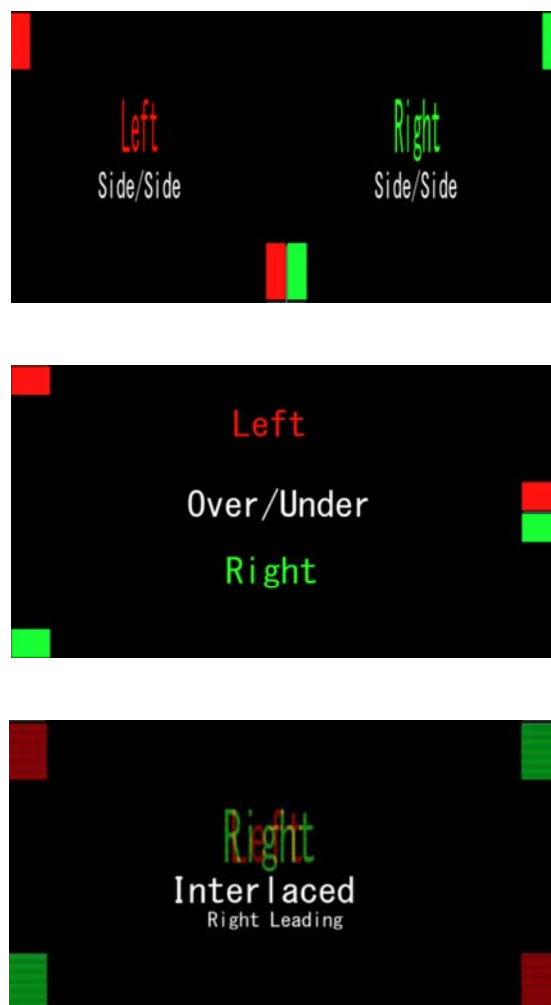


Abbildung 7.3: Stereo-3D Darstellungsformate als Testbild für das Monitoring

Quelle: Stereoscopic 3D Editing & Finishing AVID Technology 2009

¹¹⁹ Mario Wolf, AVID Support Video Data, Telefonat am 07.07.2011, S.5 ff

Wird die Fenster-Darstellung in den „Composer_Settings“ auf Side-by-Side gestellt, werden beide Bilder nebeneinander angezeigt. Genauso verhält es sich bei Over/Under, nur dass sie hier übereinander liegen. Bei der Einstellung „Left“ wird nur das linke Bild gesehen. Eine stereoskopische Darstellung ist im Schnittprogramm nicht möglich.

7.3.2 Peripherie für S3D in der Edit Suite 8

Die MCS verfügt über einen S3D-Monitor von Sony. Dies ist jedoch kein Produktionsmonitor der Klasse A und kann somit nicht für genaue Bildbewertungen genutzt werden. Mit HD-SDI und HDMI 1.4 besitzt er Schnittstellen, die dem 3D-Standard entsprechen. Die Edit Suite 8 wurde als HD-Schnittplatz konzipiert. Somit ist das gesamte Hardware-Interface für den Übertragungsstandard HD-SDI ausgelegt. Bei beiden Schnittsystemen, AVID DS und AVID Symphony, erfolgt die Hardwareunterstützung durch AVID Nitris DNA. Für den S3D-Workflow sind am Gerät die beiden HD-SDI-Ausgänge von Bedeutung. Einer der beiden Anschlüsse führt zur digitalen Videokreuzschiene, von wo aus das Signal auf die unterschiedlichen Geräte verteilt werden kann. Diese Videokreuzschiene besitzt 16x16 I/O's für HD-SDI und kann mit dem S3D-Monitor verbunden werden. Das Schnittsystem gibt dann das S3D-Signal, verpackt in einem HD-SDI Strom, zum Monitor aus. Über die Kreuzschiene besteht außerdem die Möglichkeit, andere Ausspielmöglichkeiten wie ein DVD/Blu-ray-Authoring-System einzubinden.¹²⁰

¹²⁰ Vgl. Dokumentation Edit Suite 8 MCS Sachsen, Verkabelungsplan 2006

7.4 Ausrichtung beider Bilder

Der aufwendigste und wichtigste Teil in der S3D-Postproduktion ist die stereoskopische Teilbildausrichtung. Sie lässt sich in zwei Phasen unterscheiden. Die erste Phase ist die technische Justierung, bestehend aus einer grundlegenden Angleichung der Farbe und Helligkeit, Schwarzwert und Gradation. Dazu kommt die Korrektur von Schärfefehlern und Vibrationen sowie Rotations-, Skalierungs-, Verkipps- und Verkantungsfehlern. Ein Großteil der eben genannten Fehler entsteht bei der S3D-Produktion mit zwei Kameras. Bei der AG-3DA1 treten diese Fehler nicht auf, da beiden optischen Systeme, beide Sensoren, beide Signalverarbeitungsprozesse und beide Aufzeichnungsprozesse miteinander synchronisiert werden.

In der zweiten Phase kommt es dann zum kreativen Teil mit dem Kameramann, Stereografen und Regisseur. Hier geht es dann um Tiefendramaturgie, Intensität des Stereo-3D-Effekts sowie die Umsetzung spezieller Effekte.

Eine zeitliche Anpassung beider Teilbilder muss nicht erfolgen, da absolut synchron ein Start/Stopp-Befehl an der Kamera erfolgt. Die horizontale Bildausrichtung kann mit Material von der AG-3DA1 aufgrund der festen Stereobasis nur bedingt erfolgen. Durch Verschieben der beiden Teilbilder lässt sich hier die Tiefe des Bildes verändern. Objekte können nachträglich vor oder hinter die Nullebene gebracht werden. Eine Teilbildausrichtung ist mit den Systemen AVID Symphony und Media Composer nicht möglich. AVID bietet mit dem DS 10.5 diverse 3D-Tools an, mit denen Korrekturen an Konvergenz und Disparität möglich sind

7.4.1 Tiefendramaturgie

Wie im Kapitel 5.1 bereits angedeutet, ist es bei S3D die Kunst, sich mit dem Stilmittel Raum zurückzuhalten und Höhepunkte in einem Film zu schaffen. Beispiele für die dezente Anwendung des Effektes sind die Film „Avatar“ und „Tron Legacy“, bei denen der Zuschauer nicht das Gefühl bekommt, es handele sich nur um die Qualität der Stereotechnik.

„Die Ausdehnung der Tiefe soll sich an der Intensität der Dramaturgie orientieren.“¹²¹

7.4.2 Tiefenanschluss im Schnitt

Ähnlich wie beim herkömmlichen 2D-Film muss auch beim dreidimensionalen Film auf typische Anschlussfehler geachtet werden. Hinzu kommt die Tiefendimension, die zusätzliche Fehlerquellen mit sich bringt. Liegt beispielsweise der Fokus in der Tiefe des Bildes, sollte daraufhin kein Objekt vor der Leinwand schweben. Auf ein Bild mit wenig Tiefe sollte keins mit maximaler Tiefe folgen. Diese extreme Art von Tiefensprüngen stört vor allem dann, wenn von einer hinteren auf eine vordere Ebene geschnitten wird, da die Augen des Zuschauers blitzschnell in eine starke Konvergenzstellung wechseln müssen und die Augenmuskeln anspannen. Dies wird bereits nach kurzer Zeit anstrengend für den Zuschauer. Hier rät es sich, an den Schnittstellen der Bilder die Tiefe anzupassen, da eine langsame, fließende Abstufung angenehmer ist. Zwischenschnitte mit immer näheren Einstellungen wären eine Lösung, wenn sie ohne Einfluss auf die Dramaturgie bleiben.¹²²

¹²¹ Vgl. Tauer 2010, S.272

¹²² Vgl. Tauer 2010, S. 273 f

7.4.3 Schnittfrequenz

Bei S3D muss sich der Zuschauer bei jeder neuen Szene erst einmal an die neu entstandene Raumtiefe gewöhnen. Die Art und die Geschwindigkeit, wie Schnitte bei 2D-Filmen gesetzt werden, können bei dreidimensionalen Filmen nicht mehr so variabel erfolgen. Aufgrund der Gewöhnungszeit müssen Szenen aus längeren Einstellungen bestehen. Je höher die Schnittfrequenz wird, desto geringer sollte die Ausdehnung der Tiefe sein. Bei einer hohen Schnittfrequenz wird kaum noch stereoskopisch gesehen. Die Entscheidungen darüber richten sich auch an die Zielgruppe. Junge Menschen sind eher in der Lage den stereoskopischen Effekt schneller zu Verarbeiten als ältere Menschen.¹²³

7.4.4 Text, Untertitel und Bauchbinden

Schriften im S3D-Bild sind besonders anschaulich und können schon bei Anfangstiteln eindrucksvolle Raumwahrnehmungen erzeugen. Da Schriften, bezogen auf Titel, freistehende Objekte in einem Bild sind und sie den Bildrand nicht verletzen, lassen sie sich leicht in den Zuschauerraum holen. Bei Untertiteln sollte jedoch darauf geachtet werden, sie nicht wie Titel weit in den Vordergrund zu stellen, da sonst der Blick vom eigentlichen Bild abgelenkt würde. Außerdem müssen dann die Augen immer zwischen zwei Konvergenzstellungen hin- und herspringen. Auf der Nullebene stören die Untertitel am wenigsten, da ihre Disparität dort Null beträgt. Allerdings wird es immer wieder zu Konflikten kommen, sobald etwas vor der Nullebene liegt. Die Lösung des Problems besteht darin, die Untertitel dynamisch vor den jeweiligen Nahpunkt zu legen. Für die korrekte Wiedergabe müssen dann die Tiefeninformationen, vor allem die

¹²³ Franck 2010, S. 60

Werte der aktuellen Nahpunktdisparitäten, in die Untertiteldaten integriert werden.¹²⁴

Eine zweidimensionale Bauchbinde liegt in einem S3D-Bild direkt auf der Nullebene. Auch hier kommt es zu Konflikten, wenn Objekte dann vor der Nullebene liegen. Deshalb sollte in den Momenten der Bauchbinde kein Bildinhalt vor die Nullebene kadriert¹²⁵ werden.

¹²⁴ Vgl. Tauer 2010, S. 277 ff

¹²⁵ Kadrierung: Bildeinstellung, Festlegung des Rahmens des Bildes

8 Kontribution und Distribution

8.1 3D-Formate

Für die Speicherung und Übertragung von stereoskopischen Videos können verschiedene Kodierungsformate angewendet werden. Wichtig dabei ist, sich bewusst zu machen, dass im Gegenteil zu 2D hier immer zwei Videos verarbeitet werden müssen. Für die Verarbeitung wird generell empfohlen, beide Videoströme kombiniert zu behandeln und nicht getrennt. Zwar gibt es Separationsformate, bei denen beide Teilbilder getrennt und mit hoher Qualität übertragen werden können, doch benötigen diese auch die meiste Bandbreite. Gerade bei HD-Material stehen solche hohen Bandbreiten nicht immer zur Verfügung. Die ökonomischere und übersichtlichere Variante besteht in der Kombination beider Teilbilder in einer Datei. Für diese Übertragung gibt es drei verschiedene Anordnungen, die im Folgenden kurz erklärt werden.¹²⁶

Die am häufigsten genutzten Anordnungen sind Side-by-Side, Top-Bottom und Interlacing. Bei allen drei Dualstream-Verfahren haben die Teilbilder jeweils nur die halbe Auflösung, da sie in einem Bild verschachtelt sind. Momentaner Standard bei den weltweit großen Sendeanstalten, die mit S3D arbeiten, ist die Side-by-Side Anordnung. Hauptgrund an dieser Stelle sind die bereits vorhanden Set-Top-Boxen bei den Konsumenten, die dieses Signal verarbeiten können. Jedes Bild, linkes und rechtes, haben die Auflösung 960x1080 Pixel und somit nur die halbe horizontale Auflösung. Ähnlich funktioniert die Übertragung Top-Bottom, bei der beide Teilbilder nur die halbe vertikale Auflösung mit jeweils 1920x540 Pixeln haben. Das Interlacing-Verfahren beruht auf dem gleichen

¹²⁶ Vgl. Tauer 2010, S. 238

Grundprinzip wie bei PAL oder NTSC. Jedes Bild ist in zwei Halbbilder, gerade und ungerade, unterteilt. Beide stereoskopischen Teilbilder werden auf die Halbbilder gelegt und die Brille orientiert sich am späteren Sync der Halbbilder. Bei dieser Darstellung halbiert sich die vertikale, bei einem Interlacing-Layout spaltenweise, die horizontale Auflösung. Die Pixel-Angaben beziehen sich auf eine Auflösung in HD.¹²⁷

Das Frame Sequential Verfahren besteht aus einer Sequenz alternierender Bilder, bei der jedes Bild die volle HD-Auflösung hat. Die Bilder werden nacheinander für das linke und rechte Auge dargestellt und durch ein aktives System mit Shutterbrillen voneinander getrennt. Bei Monitoren mit 120 Hertz-Technologie werden dann jedem Auge 60 Bilder in der Sekunde zugespielt. Die Qualität bei diesem Verfahren ist sehr hoch.¹²⁸

Zur Kompression der Videosignale werden hauptsächlich MPEG-2, MPEG-4, JPEG-2000 eingesetzt. Das MPEG-4 Format, ausführlich unter „MPEG-4 AVC/H.264“ zu benennen, ist ein hocheffizientes Videokompressions-Verfahren. Da eine Datei beide Videostreams in verschachtelter Form enthält, bedarf es nun eines Containerformats, das neben dem üblichen Video- und Audiostream einen zusätzlichen Videostream integrieren kann. Meist werden die Codecs in Container wie Quicktime, AVI oder MXF verpackt.¹²⁹

¹²⁷ Vgl. Wimmer 2004 S. 50 ff

¹²⁸ Vgl. Professional 3D Production System Panasonic 2010, S. 10

¹²⁹ Vgl. Overview of MPEG Standards for 3DTV, www.motorola.com

8.2 Die 3D Blu-Ray

Neben der S3D-Projektion im Kino ist das Blu-Ray Authoring die qualitativ hochwertigste Form, stereoskopische Inhalte an den Konsumenten zu bringen. Bedingung dafür ist, dass die technischen Voraussetzungen erfüllt sind. Mit Blick auf den Anwendungsbereich von S3D bei der MCS ist diese Art der Distribution als denkbarste anzusehen und wird deshalb gesondert betrachtet.

Nach den Spezifikationen der Blu-ray Disc Association (BDA) müssen die Inhalte, also beide Video-Streams, in voller Auflösung von 1.920x1.080 Pixeln in 1080p¹³⁰ vorliegen, und mit Hilfe einer Shutter-Brille zu einem S3D-Bild zusammengeführt werden können. Die Kodierung der Filme erfolgt mit Multiview Video Coding (MVC) als eine Ergänzung zum Videokompressionsstandard H.264/MPEG-4 AVC. Das MVC ist unabhängig vom Wiedergabeverfahren. Die Speicherung für beide Bilder benötigt rund 50 Prozent mehr Platz, wodurch ein kompletter S3D-Spielfilm auf einer Blu-ray Disc gespeichert werden kann.¹³¹ Wie bei der HDMI 1.4 Schnittstelle kommt auch bei der S3D-Blu-ray das „Frame-Packing-Verfahren“ zum Einsatz. Dabei befindet sich das Bild für das linke im oberen Teil des Frames und das für das rechte Auge im unteren Teil. Bei der Übertragung werden dann „Megaframes“ mit einer Gesamtauflösung von 1.920x2.205 Pixeln angelegt. Zwischen den beiden Bildern befinden sich 45 Zeilen Leerraum. Pro Sekunde werden 24 Frames übertragen.

¹³⁰ 1.080p: Beschreibung verschiedener HDTV-Normen mit einer Auflösung von 1.080 Zeilen und progressiver Abtastung

¹³¹ Vgl. <http://www.mpegif.org/>

9 Zusammenfassung

Obwohl in der Arbeit kein Vergleich zwischen der AG-3DA1 und komplexen Stereo-3D-Rigs gezogen wurde, muss an dieser Stelle gesagt werden, dass der S3D-Camcorder in keiner direkten Konkurrenz zu den großen Rigs steht. Vielmehr eröffnet Panasonic mit dieser Kamera eine neue Ebene, nämlich ohne großen technischen Vorbereitungsaufwand Stereo-Produktionserfahrungen zu sammeln. Dabei steht der Kompakt-Camcorder für mehr Flexibilität und schnellere Setups. Besonders aus finanzieller Sicht, im Vergleich zu teuren und aufwändigen Systemen, ist die Kamera eine gute Alternative um mit dem Element Raum zu experimentieren. Allerdings muss dann auch mit den damit verbundenen Einschränkungen wie einer festen Stereobasis kreativ umgegangen werden.

Für eine reibungslose Produktion ist eine ausgiebige Vorbereitung von grundlegender Bedeutung. Wird verstanden, wie Stereo-3D funktioniert, worauf geachtet werden muss und wie der Effekt gezielt eingesetzt werden kann, können Fehler schon im Vorfeld vermieden werden und ansprechende stereoskopische Bilder gedreht werden. Zu dieser Vorbereitung gehört auch eine ständige enge Zusammenarbeit von Regisseur, Kameramann und Stereograf. Schon im Vorfeld wird zusammen das 3D-Storyboard erstellt. Bereits ohne große Zusatztechnik kann mit der AG-3DA1 gedreht werden. Für den Dreh mit der Panasonic bedeutet es keinen personellen Mehraufwand, da der Kameramann die stereoskopischen Einstellungen selber vornehmen kann und in die Rolle des Stereografen schlüpft. Ein Vorteil ist, dass alle kameratragenden Systeme der MCS für die Kamera eingesetzt werden können. Es kann also Bewegung generiert werden, die einem S3D-Bild immer gut tut. Die Speicherung der bei-

den Videosignale sollte extern geschehen, da so eine bessere Qualität durch einen höherwertigen Codec gewährleistet wird.

Je nach Schnittsystem gestaltet sich der Aufwand in der Postproduktion unterschiedlich. Bei dem in der Arbeit aufgeführten Workflow mit AVID Media Composer ist keine Bearbeitung der beiden einzelnen Teilbilder möglich. Hier wird lediglich das S3D-Material geschnitten, farbkorrigiert und mit Effekten belegt.

Die stereoskopische Betrachtung erfolgt über einen externen Monitor. Eine aufwändigere, aber dafür qualitativ bessere Bearbeitung ist mit dem neuen System AVID DS 10.5 möglich. Hier können mit Hilfe von 3D-Tools Korrekturen an beiden Bildern und komplexe Farbkorrekturen durchgeführt werden. Sollte die MCS Sachsen die alte DS Version 10.1.1 in der Edit Suite 8 mit der neuen updaten, empfiehlt sich an diesem Schnittplatz die S3D-Postproduktion.

Da sich im Workflow mit der Kamera und dem S3D-Material von der Vorbereitung über die Produktion bis zur Postproduktion keine großen Schwierigkeiten gezeigt haben, ist der Aufwand für die MCS Sachsen, dieses System zu integrieren, sehr überschaubar. Eine viel größere Hürde stellt der Absatz des Produktes Stereo-3D dar. Die S3D-Produktion ist für den Fernsehbetrieb beim MDR in diesem Umfang nicht realisierbar und daher ausgeschlossen. Einzig der Bereich der Medienproduktion bietet die Möglichkeit, Stereoskopie bei Filmen anzuwenden. Bisher wurden alle Produktionen zweidimensional abgedreht. Besonders bei Werbe- Image oder Industriefilmen könnte der Raumeffekt jedoch einen Gewinn bedeuten.

10 Literaturverzeichnis

Bücher

Schmidt, Ulrich: Professionelle Videotechnik. Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, Geräte- und Studioteknik in SD, HD, DI, 3D. 5., aktualisierte und erweiterte Auflage, Berlin, Heidelberg 2009

Goldstein, E. Bruce 2008: Wahrnehmungspsychologie. Der Grundkurs. 7. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin

Kebeck, Günther: Wahrnehmung: Theorien, Methoden und Forschungsergebnisse der Wahrnehmungspsychologie, uventa; Auflage: 2., Aufl. (1997)

Schandry, Rainer 2006: Biologische Psychologie, Beltz Psychologie Verlags Union; Auflage: 2., überarb. A. (29. September 2006)

Hotton, Lesik 2009: Postmediale Wirklichkeiten aus interdisziplinärer Perspektive: Weitere Beiträge zur Zukunft der Medien, Heise Medien; Auflage: 1 (August 2010)

Bernard Mendiburu 2009: 3D Movie Making: Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen, Focal Press; Auflage: Pap/Dvdr (8. Mai 2009)

Holger Tauer 2010: Stereo 3D, Grundlagen, Technik und Bildgestaltung, Schiele & Schoen (18. Oktober 2010)

Schriften

Nikolaus Hotton / Dominik Lesik (Hg.) 2009: STEREOSKOPE HD-PRODUKTION, Grundlagen, Konzepte, Testergebnisse, Fakultät Digitale Medien, Hochschule Furtwangen, Arbeitspapier Nr. 5

Hofmeyer, Frank 2007: Grundlagen der stereoskopischen Theorie

Frank, Anja 2007: Gestalterische Aspekte einer stereoskopischen HD-Produktion

Schumacher, Eric 2007: Durchführung einer stereoskopischen HD-Produktion

Stephan, Volker 2007: Entwicklung eines stereoskopischen

HD-Aufzeichnungssystems

Blenn, Norbert 2007: Entwicklung eines portablen Stereo-Videoaufnahmesystems für die Präsentation auf einer Stereoprojektionswand, Technische Universität Dresden

Franck, Björn 2010: Filmische und künstlerische Aspekte des Stereofilms, Medientechnik, Fachhochschule Emden/Leer

Lach, Sascha 2009: Erzeugung von stereoskopischen CGI-Elementen in Maya 2009, Fachhochschule Emden/Leer

Westermann, Oliver 2009: Integration eines Workflows für stereoskopische HD Videoproduktion an der Fachhochschule Emden, Fachhochschule Emden/Leer

Grimm, Philipp 2010, Der Workflow der digitalen Filmkamera RED One und dessen Implementierung in das Produktionsumfeld der Media & Communication Systems (MCS) GmbH Sachsen, Fakultät Medien, Hochschule Mittweida

Wimmer, Peter 2004: Aufnahme und Wiedergabe stereoskopischer Videos im Anwendungsbereich der Telekooperation, Angefertigt am Institut für Telekooperation der Johannes Kepler Universität Linz

Breitkopf, Rainer: Technical Product Manager Panasonic,, avt Plus Hamburg, Hands On "3D Experience" Produktvorstellung des 3D Camcorders Panasonic AG-3DA1,

Zeitschriften

Bolliger, Matthias: 3D Special Teil 1+2, Film & TV Kameramann, 01/02/2011, S. 14-18

Gebhard, Christine, Voigt-Müller, Gerd: Stereo-3D simpel?, Film & TV Kameramann, 08/2010, S. 50-89, S.48-70

Film TV Video Broadcast 03/2010: Test des 3D-Camcorders AG-3DA1, Stereo 3D in der Live-Produktion-Neuland erforscht, S.21-23, S.32-37

Internet

Panasonic Corporation 2010: Integrated Twin-lens 3D Camera Recorder AG-3DA1, <http://pro-av.panasonic.net/en/3d/ag-3da1/index.html>

Panasonic Corporation 2010: System Applications for Professional 3D Production, http://panasonic.biz/sav/broch_bdf/AG-3DA1_e.pdf

Panasonic Corporation 2010: http://pro-av.panasonic.net/en/3d/system_appli/index.html

AVID Technology, Inc 2011.: AVID MetaFuze, <http://www.avid.com/DE/industries/workflow/MetaFuze>

MPEG Industry Forum 2007: <http://www.mpegif.org/> ,

Compiled by Sean McCarthy, Ph.D. Fellow of the Technical Staff, Motorola: Glossary for Video & Perceptual Quality of Stereoscopic Video, <http://www.mpegif.org/m4if/bod/Working%20Groups/ST1-01%20Video%20&%20Perceptual%20Quality%20for%20Stereoscopic%20Video.pdf>

ProVideoCoalition 2010: Hands-on with the Panasonic AG-3DA1 S3D Camcorder, http://provideocoalition.com/index.php/awilt/story/hands-on_with_the_panasonic_ag-3da1_s3d_camcorder/P0/

Broadcast-Fachwörterbuch - Online-Version mit 4.500 Abkürzungen und Begriffen: <http://www.bet.de/lexikon/default.aspx>

Anleitungen

AVID Technology 2009: Step by Step Guide to Stereoscopic Editing & Finishing,
http://www.avid.com/static/resources/documents/solutions/Stereoscopic_3D_Guide_sec.pdf

NanoFlash 3D User Guide 2010: nanoFlash Comprehensive FAQs and Usage Guide Including ASI, http://www.cameradepartment.tv/files/downloads/nanoflash/nanoflash_faqs.pdf

AJA Hi5-3D Installation and Operation Guide 2010: Hi5-3D HD-SDI Multiplexer to HDMI 1.4a and SDI Video and Audio Converter,
http://www.aja.com/pdf/support/manuals_conv/AJA_manual_Hi5-3D.pdf

INITIO Stereo-Brain Processor:
http://www.inition.co.uk/inition/dispatcher.php?action=get&model=products&URL_=product_stereovis_inition_stereobrain_p&SubCatID_=0&tab=blurb

„Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Teile, die wörtlich oder sinngemäß einer Veröffentlichung entstammen, sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde noch nicht veröffentlicht oder einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.“

Hamburg, den 15. Juli 2011

Frank Schlotterbeck